

Resultate und Diskussion

Zwischen April 2017 und März 2018 wurden für den Swiss Litter Report 1'052 Erhebungen an 112 Standorten durchgeführt. Mehr als 150 ausgebildete Freiwillige sammelten und kategorisierten 95'971 Abfallgegenstände an den wichtigsten Flüssen und Seen der Schweiz. Damit ist der Swiss Litter Report eines der umfassendsten Citizen Science Projekte zu dieser Thematik weltweit und gibt erstmals einen flächendeckenden Einblick in das Abfallvorkommen an schweizerischen Gewässerufern.

Die Analyse der **Zusammensetzung des Abfalls** lässt folgende Schlüsse zu:

- Plastik ist mit 65.4% das am deutlich häufigsten gefundene Material.
- Die Abfallkategorie Zigarettenstummel macht 34.1% aller gefundenen Abfallgegenstände aus und ist damit klar die häufigste Abfallkategorie. Dies ist besonders bedenklich, da Zigarettenstummel nicht biologisch abbaubar sind (Celluloseacetat ist ein Kunststoff) sowie toxische Schadstoffe in hohen Konzentrationen beinhalten. Der relative Anteil an Zigarettenstummeln am gesamten Abfall hat im Winter deutlich abgenommen.
- Ebenfalls häufig gefunden wurden: Fragmente aus Plastik, Styropor, Glas sowie Papier, Süßigkeiten-Verpackungen, Flaschendeckel aus Metall, Aufreisslaschen von Alu-Dosen und Plastikfolien.
- Physisch kleine Abfallgegenstände waren besonders häufig. Dies beinhaltet neben den oben genannten auch Wattestäbchen, Plastikdeckel von Trinkflaschen und Lolli-Sticks. Es ist anzunehmen, dass diese kleinen Abfallgegenstände oft achtlos weggeworfen werden und die kommunalen Reinigungen nicht die Kapazitäten besitzen, all diese einzusammeln.

Die durchschnittliche **Abfalldichte** beträgt 67 Abfallgegenstände pro 100m².

- Die durchschnittliche Abfalldichte fällt von 91 Abfallgegenständen pro 100m² im Sommer auf 47 im Winter. Im Januar wurde ein leicht erhöhter Wert festgestellt, der auf Silvester-Aktivitäten und die drei Januarstürme im 2018 zurückzuführen ist.
- Es wurde an Seen (123 Abfallgegenstände pro 100m²) eine deutlich höhere durchschnittliche Abfalldichte verzeichnet als an Flüssen (38). In den städtischen Gebieten wurde mehr gefunden (103) als in der Agglomeration (56) und in ländlichen Gebieten (53). Ein wichtiger Einflussfaktor für die Abfalldichte ist die Besucheranzahl am Standort.
- Der Swiss Litter Report deckt viele verschiedene Typen von Uferbereichen ab, was grosse Unterschiede in den Abfalldichten zur Folge hat.
- Die gemessenen Abfalldichten in der Schweiz befinden sich innerhalb des Spektrums von vergleichbaren internationalen Studien. Die Schweiz wird ihrem Ruf als besonders sauberes Land nicht gerecht.

Der Swiss Litter Report hat aufgezeigt, dass sich Monat für Monat beachtliche Abfallmengen neu an den schweizerischen Gewässerufern ansammeln, obwohl alle Abfallgegenstände monatlich komplett von den Erhebungsflächen entfernt wurden. Da Plastik nicht biologisch abbaubar ist und somit nicht einfach verschwindet, akkumuliert sich immer mehr von diesem Material sowie seiner inhärenten Chemikalien in der Umwelt. Das Problem verschärft sich demnach kontinuierlich und nur eine sofortige Verhinderung aller Einträge kann als Lösung betrachtet werden. Sind die Abfälle erst einmal im Gewässer, besteht eine grosse Chance, dass sie über die Flüsse bis ins Meer weitertransportiert werden. Auch wenn im weltweiten Vergleich diese Einträge aus der Schweiz einen kleinen Anteil ausmachen, sind wir für diesen verantwortlich und können hier etwas verändern. Schliesslich trägt die Schweiz als Wasserschloss Europas eine grosse Verantwortung für die Sauberkeit der Gewässer wie auch der Weltmeere.

Die grosse Beteiligung von Freiwilligen am Swiss Litter Report, dessen grosse mediale Präsenz sowie die zahlreichen Initiativen gegen Plastikverschmutzung in der Schweiz verdeutlichen, dass die Bevölkerung besorgt ist und Lösungen fordert. STOPPP und der WWF Schweiz empfehlen den Entscheidungsträgern in Gesellschaft, Politik und Wirtschaft das Problem ernst zu nehmen und Lösungen zu finden. Die Bestrebungen der EU das Problem zu erfassen und anzugehen, zum Beispiel durch Reduktionsziele oder gar Verbote für gewisse Plastikprodukte, können dabei als Vorbild dienen.

Résumé

Introduction

La production mondiale de plastique ne cesse de croître et s'élevait, en 2016, à 335 millions de tonnes (PlasticsEurope, 2017). La culture du tout-jetable, du gaspillage des produits en plastique, ainsi que leur longévité, sont à l'origine d'un grave problème écologique qui a pris une dimension planétaire. Rien qu'en 2010, entre 4,8 à 12,7 millions de tonnes de déchets plastiques de sources terrestres ont fini dans les mers du globe, qui en accumulent de plus en plus (Jambeck et al., 2015). Le plastique n'est pas biodégradable. Il se désagrège avec le temps en particules de plus en nombreuses et de plus en plus petites. Les animaux peuvent se prendre dans les déchets plastiques ou les confondre avec de la nourriture, ce qui leur est souvent fatal. Par ailleurs, les poissons destinés à la consommation et les autres aliments pollués avec des microparticules de plastique constituent, sur le long terme, une menace pour la santé publique.

Quelques études réalisées en Suisse ont révélé la présence de quantités considérables de microparticules de plastique (<5 mm) dans différents lacs et cours d'eau (Mani et al., 2015; Faure et al., 2015; AWEL, 2016). Des concentrations élevées de polluants toxiques ont par ailleurs été mesurées récemment dans des déchets plastiques trouvés sur les rives du Lac Léman (Filella & Turner, 2018). Bien que les dangers soient connus, il n'existe pas à ce jour en Suisse d'étude approfondie sur la pollution des milieux aquatiques avec du plastique et d'autres déchets.

«Swiss Litter Report»

Le «Swiss Litter Report» est la première enquête nationale suisse concernant la pollution des berges des rivières et des lacs avec du plastique et d'autres déchets. Le projet a été conduit selon une approche scientifique citoyenne, où des volontaires formés étaient responsables du relevé des données. Le projet poursuivait 4 objectifs:

5. Montrer la quantité de déchets présents sur les rives des lacs et cours d'eau
6. Montrer la répartition spatiale et temporelle de différentes catégories de déchets
7. Sensibiliser la population et les acteurs concernés
8. Utiliser les données obtenues pour élaborer des mesures visant à réduire la charge de déchets dans l'environnement

La méthodologie du projet s'inspire des protocoles internationaux de l'Agence européenne pour l'environnement, de la commission OSPAR, ainsi que du PNUE. Les spécificités des cours d'eau et des lacs ont été prises en considération. Voici quelques caractéristiques de la méthodologie appliquée dans le projet:

- relevés mensuels avril 2017 - mars 2018
- 112 sites de berges naturelles de rivières et de lacs dans toute la Suisse
- relevés effectués par plus de 150 volontaires formés (science citoyenne)
- classification de tous les objets (>2.5 cm) en 89 catégories / 9 matières
- saisie des données au moyen de l'application «Marine Litter Watch» pour smartphone
- transfert des données à la banque de données de l'Agence européenne pour l'environnement
- évacuation des déchets récoltés
- dépouillement et publication des données dans le «Swiss Litter Report»

Résultats et discussion

Entre mars 2017 et avril 2018, 1052 relevés ont été effectués sur 112 sites pour le «Swiss Litter Report». Plus de 150 volontaires formés ont récolté et classé 95 971 objets au bord des plus importants lacs et cours d'eau de Suisse. Cela fait du «Swiss Litter Report» l'un des plus vastes projets de science citoyenne menés dans le monde sur cette thématique. Il donne pour la première fois un aperçu global de la quantité de déchets présents sur les rives des milieux aquatiques suisses.

L'analyse de la **composition des déchets** permet de tirer les conclusions suivantes:

- Le plastique est clairement la matière la plus fréquemment trouvée, à raison de 65,4 % des objets récoltés.
- La catégorie «mégots de cigarettes» représente 34,1 % de tous les objets, elle est donc clairement la catégorie la plus fréquente. Ce phénomène est particulièrement alarmant, car les mégots ne sont pas biodégradables et contiennent des substances toxiques en concentrations élevées. A noter que la proportion des mégots dans la totalité des déchets a nettement diminué en hiver.
- D'autres déchets fréquemment trouvés sont des fragments de plastique, de polystyrène, de verre et de papier, des emballages de sucreries, des bouchons de bouteille en métal, des languettes de cannettes en aluminium et des emballages en plastique.
- Les petits objets étaient particulièrement fréquents. Outre les objets précités, il s'agit notamment de cotons-tiges, de bouchons de bouteilles en plastique, de bâtons de sucettes. Il faut supposer que ces petits objets sont souvent jetés par négligence et que les services communaux de nettoyage n'ont pas la capacité de tous les ramasser.

La **densité moyenne** des déchets est de 67 objets par 100 m².

- La densité moyenne des déchets diminue de 91 objets par 100 m² en été à 47 en hiver. En janvier, une valeur légèrement plus élevée, imputable aux activités de Nouvel An et aux trois tempêtes survenues en 2018 pendant le mois en question, a été constatée.
- La densité mesurée des déchets est nettement plus élevée sur les rives des lacs (123) que le long des rivières (38). En zone urbaine, on trouve plus de déchets (103) que dans l'agglomération (56) et en zone rurale (53). Le nombre de visiteurs sur le site est un important facteur de densité des déchets.
- Le «Swiss Litter Report» recouvre de nombreux différents types de zones riveraines, ce qui fait que la densité de déchets varie fortement.
- Les densités de déchets mesurées en Suisse sont dans le spectre de celles d'études internationales comparables.

Le «Swiss Litter Report» a montré que chaque mois, des quantités considérables de nouveaux déchets viennent s'accumuler le long des lacs et cours d'eau suisses, malgré un nettoyage intégral mensuel de tous les sites inclus dans l'enquête. Comme le plastique n'est pas biodégradable et ne disparaît pas, des quantités croissantes de cette matière et des substances chimiques intrinsèques s'accumulent dans l'environnement, d'où une aggravation constante du problème. Seul un arrêt immédiat de tous les apports peut être considéré comme une solution raisonnable. Une fois que les déchets sont passés dans le milieu aquatique, il y a de grandes probabilités qu'ils soient transportés par les fleuves jusqu'à la mer. Même si les déchets de Suisse ne représentent qu'une petite part des rejets mondiaux, nous en sommes responsables et pouvons faire changer les choses ici, d'autant plus que la Suisse, en tant que château d'eau de l'Europe, porte une grande responsabilité en matière de propreté des eaux et des océans.

La forte participation de volontaires au «Swiss Litter Report», sa grande médiatisation, ainsi que les nombreuses initiatives de lutte contre la pollution au plastique en Suisse montrent bien que la population est inquiète et réclame des mesures. STOPPP et le WWF Suisse recommandent aux décideurs aux niveaux social, politique et économique de prendre le problème au sérieux et d'y apporter des solutions. Les efforts entrepris par l'UE pour le cerner et y remédier - avec des objectifs de réduction, voire des interdictions pour certains produits en plastique, etc. - pourraient servir d'exemple.

Summary

Introduction

The worldwide production of plastics increases year by year, reaching 325 million tons in 2016 (PlasticsEurope, 2017). Throwaway culture combined with the durability of plastic products leads to a serious worldwide environmental problem. In 2010 alone, between 4.8 and 12.7 million tons of plastic waste from land-based sources ended up in the oceans, where more and more plastic accumulates. (Jambeck et al., 2015). Plastic is not biodegradable but breaks down over time into many smaller particles. Animals can entangle themselves in larger pieces of plastic waste or mix up smaller plastic particles with their food, very often with fatal consequences. Edible fish and other human food are contaminated by microplastics and are a long-term threat to human health.

Studies in Switzerland have recorded a substantial quantity of microplastics (<5mm) in several stretches of water (Mani et al., 2015; Faure et al., 2015; AWEL, 2016) and high concentrations of toxic elements have been found in plastic waste on the shores of Lake Geneva (Filella & Turner, 2018). Surprisingly, despite knowledge of the risks, there have been no detailed measurements of pollution by plastic and other waste in Switzerland's waterbodies.

Swiss Litter Report

The Swiss Litter Report is the first Switzerland-wide study on plastic and other waste pollution in Swiss rivers and lakes. The project took a “Citizen Science” approach with the collection and measurement carried out by trained volunteers. The study had 4 objectives:

1. Measuring the amount of litter on the water shores.
2. Measuring the regional and seasonal distribution of the various litter categories.
3. Raising awareness among the public and relevant stakeholders.
4. Use of the data to define actions to reduce littering.

The methodology is aligned with the international recommendations of the European Environment Agency, the OSPAR Commission and UN Environment Programme, adapted to the specific conditions of rivers and lakes. The following points give an overview of the methodology used:

- Monthly measurements from April 2017 to March 2018
- 112 locations on natural shores of rivers and lakes, distributed across Switzerland
- The measurement was done by more than 150 trained volunteers (Citizen Science)
- Classification of all litter items (>2.5 cm) into 89 waste categories / 9 materials
- Data recorded using the “Marine Litter Watch” smartphone app
- Data submitted to the database of the European Environment Agency
- Collection and disposal of the litter, once recorded
- Analysis and publication of the data through the Swiss Litter Report

Results and discussion

Between April 2017 and March 2018 1,052 measurements were made at 112 locations for the Swiss Litter Report. More than 150 trained volunteers collected and categorized 95,971 pieces of litter from the shores of the largest rivers and lakes in Switzerland. This makes the Swiss Litter Report one of the

most comprehensive Citizen Science projects on this subject worldwide and for the first time gives us a nationwide view of the distribution of litter along the shores of Swiss waters.

Analysis of the **composition of the litter** shows that:

- Plastic was the most commonly found material - 65.4% of litter items were plastic.
- 34.1% of all litter items found were cigarette butts - this was by far the most common waste category. This is particularly problematic because cigarette butts are not biodegradable (they are made of cellulose acetate, a kind of plastic) and contain toxic substances in high concentrations. The relative share of cigarette butts during the winter months was substantially lower.
- Other commonly found items included: plastic fragments, styrofoam, glass, paper, sweet wrappers, metal bottle caps, aluminium lids & pull tabs and plastic sheets.
- Small litter items were found most often. Beside those mentioned above we also found cotton bud sticks, plastic caps and lollipop sticks. It can be assumed that these small items were carelessly thrown away and that the municipal cleaning teams did not have the capacity to collect them all.

The **average litter density** was 67 items per 100m²

- The average litter density reduced from 91 items per 100m² during the summer months down to 47 per 100m² during winter. A slightly higher value was measured in January, probably the result of New Year's Eve celebrations and three storms during January 2018.
- Litter density was substantially higher on the shores of lakes (123 items per 100m²) compared to those of rivers (38 items per 100m²). In urban areas more was found (103 items per 100m²) than in the urban hinterland (56 items per 100m²) and in rural areas (53 items per 100m²). The number of visitors to a location makes a big impact on the litter density.
- The Swiss Litter Report covers many different types of shorelines, leading to big differences in the litter density measured depending on the location.
- The litter density measured in Switzerland is in the range of comparable international studies. Switzerland doesn't live up to its reputation as being a particularly clean place.

The Swiss Litter Report shows that, despite the fact that the litter was cleared from the measurement locations after each measurement, a substantial amount of new litter accumulates every month on the shores of Swiss lakes and rivers, [most of which is plastic]. Plastic is not biodegradable and does not disappear by itself, so more and more of this material, and the chemical substances it contains accumulates in the environment. The problem will get worse over time unless there is an immediate halt to littering. Once the waste is in the water, there is a high probability that it will be transported by the rivers into the oceans. The litter landing in Swiss waters may be a small part of the world's plastic waste problem, but we are still accountable for it and we can contribute to change. As the source of much of the water that flows through Europe, Switzerland has a big responsibility to keep its rivers and the oceans clean.

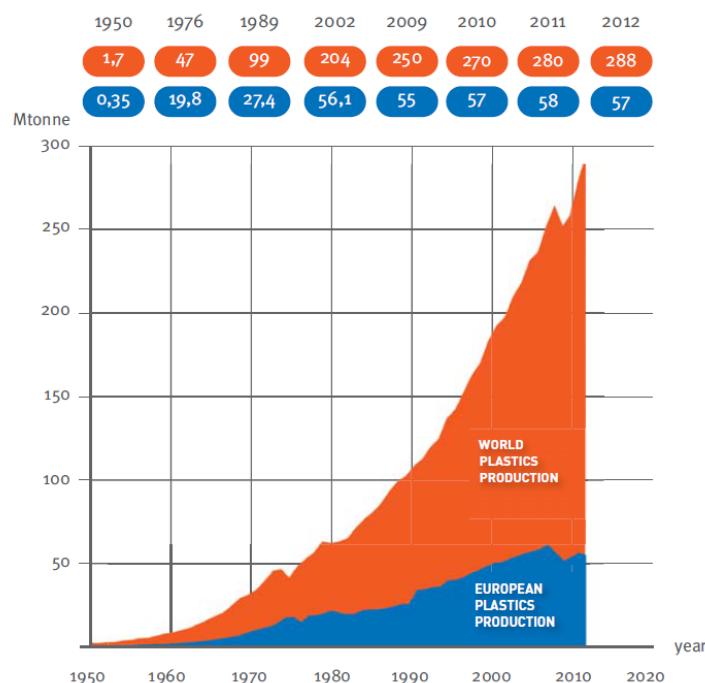
The enthusiastic participation of volunteers in the Swiss Litter Report project, its wide media resonance and the numerous initiatives already underway against plastic pollution in Switzerland demonstrate that the Swiss people are concerned and are looking for answers. STOPPP and WWF Switzerland recommend that policymakers in society, politics and the economy must take the problem seriously and find solutions. The ambition of the EU to focus on this problem and to find measures against it, for example by setting reduction targets or even banning certain plastic products, could serve as a role model.

1. Einleitung

1.1 Plastik

Heute ist Plastik in fast allen Bereichen des täglichen Lebens präsent und ein Leben ohne dieses Material ist nur schwer vorstellbar. Es ist günstig, leicht, fest, formbar und langlebig um nur ein paar seiner Vorteile zu nennen (Andradey, 2011). Eingesetzt wird es in Europa am häufigsten in Verpackungen (39,9 %), Baumaterialien (19,7%), Autoteilen (10%) und in der Elektronik (6,2%) (PlasticsEurope, 2017). Die Nachfrage nach Plastik ist hoch und kontinuierlich steigend. Die jährliche weltweite Plastikproduktion ist von 1,5 Millionen Tonnen zu Beginn der Massenproduktion in den 1950er Jahren auf 335 Millionen Tonnen im Jahr 2016 angestiegen und ein Ende des Produktionswachstums ist nicht in Sicht (PlasticsEurope, 2017).

Abbildung 1: Weltweite Plastikproduktion (PlasticsEurope, 2013)



Mit dem Begriff Plastik sind synthetische organische Polymere gemeint, die meist aus Erdöl künstlich hergestellt werden. Im Jahr 2009 wurden rund 8% der weltweiten Ölförderung für die Plastikproduktion verwendet (Thompson et al., 2009). Allein in der europäischen Plastikindustrie, der zweitgrößten nach China, arbeiteten 2013 mehr als 60.000 Unternehmen mit über 1,5 Millionen Beschäftigten und einem Umsatz von 350 Milliarden Euro (PlasticsEurope, 2017).

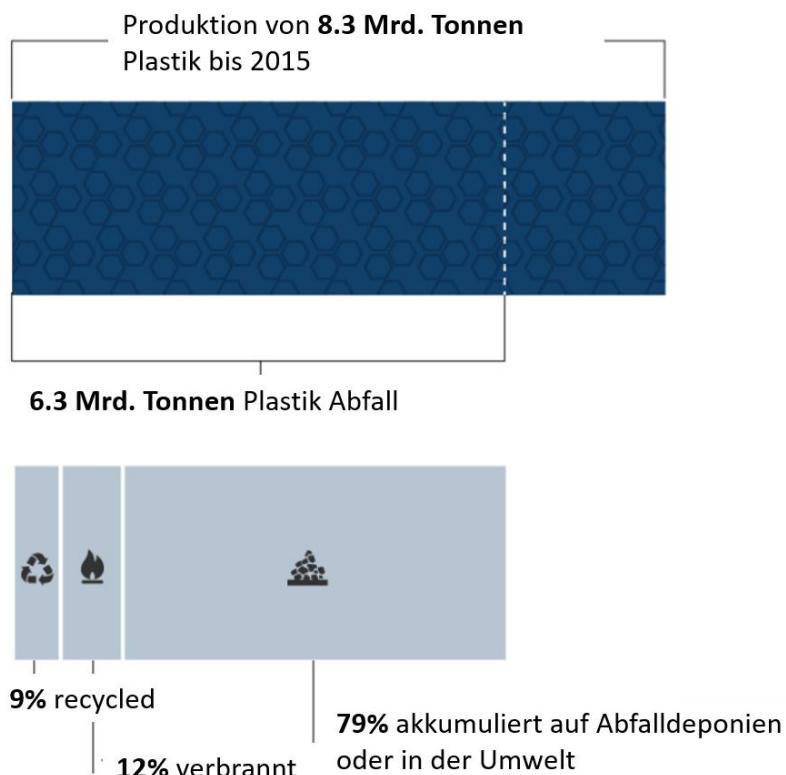
«335 Millionen Tonnen Plastik wurden im Jahr 2016 produziert und ein Ende des Produktionswachstums ist nicht in Sicht»

1.2 Plastik in der Umwelt

Obwohl gesellschaftliche, wie auch einige ökologische Vorteile von Plastik unbestreitbar sind (Andradey & Neal, 2009), wird das Material zunehmend zu einem Problem für die Umwelt. Es sind eben die für

den Gebrauch nützlichen Eigenschaften des Plastiks, welche für die Umwelt besonders problematisch sind (Sigler, 2014). Der niedrige Preis von Plastikprodukten begünstigte die Einweg- und Wegwerfkultur und schafft in grossen Teilen der Welt ein massives Abfallmanagementproblem (Barnes et al., 2009; Thompson et al., 2009). Am Ende des Lebenszyklus wird nur ein geringer Teil der Plastikabfälle sinnvoll verwertet, d. h. recycelt oder zur Energierückgewinnung verbrannt, der grösste Teil wird auf Deponien entsorgt. Auf der ganzen Welt wurden bis 2015 rund 8,3 Milliarden Tonnen Plastik produziert, wovon bereits 6,3 Milliarden Tonnen nicht mehr in Gebrauch sind. Von diesem Abfall wurden nur 9% recycelt, 12% verbrannt und ganze 79% landeten auf Abfalldeponien oder in der Umwelt (Geyer et al., 2017).

Abbildung 2: Produktion und Abfall von Plastik (Geyer et al., 2017; BBC)



Als Konsequenz seiner Haltbarkeit ist Plastik gegenüber äusseren Einflüssen sehr widerstandsfähig und robust. Plastik wird nicht abgebaut und als Folge davon sammelt sich immer mehr von dem Material in der Umwelt an (Cole et al., 2011). Schätzungen über die Langlebigkeit von Plastik reichen von Hunderten bis zu Tausenden von Jahren, abhängig von den chemischen Eigenschaften und den Umweltbedingungen (Barnes et al., 2009). Kräfte wie die UV-Strahlung der Sonne können die strukturelle Integrität der Plastikabfälle verringern, was sie anfällig für Fragmentierung macht. So werden die Abfälle mit der Zeit zu immer kleineren und gleichzeitig zu immer mehr Teilchen fragmentiert, die als Mikroplastik bezeichnet werden sobald sie kleiner als 5mm sind (Barnes et al., 2009).

«die Abfälle werden mit der Zeit zu immer kleineren und gleichzeitig zu immer mehr Teilchen fragmentiert»

Viele wissenschaftliche Forschungsprojekte haben in den letzten Jahren aufgezeigt, dass Plastikabfälle in der Umwelt und im Besonderen in den Gewässern allgegenwärtig sind. Zwischen 4,8 bis 12,7 Millionen Tonnen Plastikabfälle endeten im Jahre 2010 aus landbasierten Quellen in den Weltmeeren

(Jambeck et al., 2015). Dabei gelten vor allem Flüsse als eine wichtige Eintragsquelle (Lebreton et al., 2017). Durch die Meeresströmungen gelangen die Plastikabfälle an die abgelegensten Orte, schweben an der Wasseroberfläche oder werden an die Küsten dieser Welt angespült (Ivar do Sul & Costa, 2014; Wagner et al., 2014). Fünf grosse Abfallwirbel haben sich in den Meeren gebildet, wo sich besonders viel Plastik ansammelt (Cole et al., 2011). Mikroplastik wurde auch schon in grösseren Konzentrationen im arktischen Eis gefunden (Obbard et al., 2014) und sammelt sich vermutlich vor allem in der Tiefsee an (Woodall et al., 2014). Auch in Flüssen und Seen wurden schon beachtliche Mengen an Plastik gemessen (Mani et al., 2015; Lechner et al., 2014).

1.3 Plastik als Gefahr für die Umwelt und den Menschen

Um die Umweltgefährdungen von Plastik zu beurteilen, stellt sich die Frage, wie die Organismen mit dem Plastikabfall interagieren und welche negativen Effekte sich dadurch ergeben. Eine umfangreiche Literaturrecherche von Gall & Thompson (2015) ergab, dass 340 wissenschaftliche Publikationen über Interaktionen von Abfall mit 693 Meeresarten berichten. Des Weiteren werden aktuell laufend neue Publikationen veröffentlicht, auch über Süßwasserarten.

Ein verbreitetes Problem ist, dass sich Tiere in Plastikabfällen und besonders in alten Fischernetzen verfangen und dadurch ersticken können (Gregory, 2009). Bei vielen Tieren mit sehr unterschiedlichen Fütterungsstrategien wurde die Aufnahme von Plastik beobachtet. So zum Beispiel bei Meeresschildkröten (Hoarau et al., 2014), Seevögeln (Avery-Gomm et al., 2012), Walen (Lusher et al., 2015), Zooplankton (Cole et al., 2013) oder Bachflohkrebsen (Blarer & Burkhardt-Holm, 2016). Einmal aufgenommen, können die Plastikteilchen den Verdauungstrakt blockieren, die Nahrungsaufnahme stören und folglich zu reduzierten Energiereserven oder gar zum Tode führen (Blarer & Burkardt-Holm, 2016; Murray & Cowie, 2011; Wright et al., 2013). Kleine Mikroplastik Teilchen können von den Mitteldarmdrüsen oder den Epithelzellen des Verdauungstraktes aufgenommen werden, was bei der Muschel *Mytilus edulis* gezeigt wurde (Von Moos et al., 2012). Darüber hinaus können die Teilchen bei der Muschel aus dem Verdauungssystem in den Kreislauf gelangen und dort mindestens 48 Tage bleiben (Browne et al., 2008). Dies wirft Bedenken hinsichtlich der Ansammlung von Mikroplastik in der Nahrungskette auf.

Zusätzlich zu den direkten Auswirkungen von Plastik können die hydrophoben Teilchen im Gewässer persistente organische **Schadstoffe** (beispielsweise Pestizide) anziehen und konzentrieren (Mato et al., 2001; Teuten et al., 2007). Eine weitere Gefahr ist das Herauslösen von Chemikalien (**Zusatzstoffe**), welche dem Plastik zugesetzt werden, um es für einen bestimmten Zweck geeignet zu machen (Koelmans et al., 2014).

Auch direkt vom Menschen genutzte Ressourcen sind mit Mikroplastik verunreinigt. Die kleinen Teilchen wurden beispielsweise schon in Honig und Zucker (Liebezeit & Liebezeit, 2013), in Bier (Liebezeit & Liebezeit, 2014), in Meersalz (Karami et al., 2017) und gemäss einer Citizen Science Studie sogar im Trinkwasser (Kosuth et al., 2017) nachgewiesen. Darüber hinaus enthalten auch zum menschlichen Verzehr gezüchtete Muscheln Mikroplastik (Van Cauwenberghe & Janssen, 2014). Das deutsche Umweltbundesamt veröffentlichte, dass 69% der untersuchten Fische in der Nord- und Ostsee mit Mikroplastik verseucht sind (Umweltbundesamt, 2017) Die Ansammlung von Mikroplastik in der Nahrungskette ist eine Gefahr für die Lebensmittelsicherheit. Die effektiven Auswirkungen für die menschliche Gesundheit sind bis jetzt jedoch nur abzuschätzen, da Langzeitwirkungen noch nicht untersucht sind. Da sauberes Trinkwasser und Nahrung für den Menschen aber essentiell sind, ist es wichtig die Auswirkungen von Plastikabfällen in der Umwelt besser zu verstehen.

1.4 Situation in der Schweiz

Trotz der Umweltgefahr gibt es in der Schweiz erstaunlicherweise bis jetzt keine ausführliche Erhebung über die Belastung der Gewässer durch Plastik und andere Abfälle. Als Pionierleistung hat die Organisation Hammerdirt² am Ufer des Genfersees seit 2014 wiederholte Erhebungen durchgeführt und in ihren Veröffentlichungen auf die prekäre Abfallsituation aufmerksam gemacht. Wissenschaftliche Erhebungen konzentrierten sich mehr auf die Verunreinigungen durch Mikroplastik. So hat die Universität Basel (Mani et al., 2015) im Rhein und die EPFL in mehreren Seen Mikroplastik nachgewiesen (Faure et al., 2015). Das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich hat 2016 festgestellt, dass bis zu 30 Milliarden Teilchen (> 8 Mikrometer) täglich ins Gewässersystem gelangen (AWEL, 2016). Eine erst vor wenigen Monaten veröffentlichte Studie zeigte zudem auf, dass Plastikstücke vom Ufer des Genfersees hohe Konzentrationen von toxischen Elementen enthalten (Filella & Turner, 2018). Die Grenzwerte von Kadmium, Blei und Quecksilber wurden klar überschritten.

Weder das Gewässerschutzgesetz (GSchG) noch die Gewässerschutzverordnung (GSchV) behandelt das Thema Plastik und andere Abfälle. In der Gewässerschutzverordnung (Art.10) wird lediglich erwähnt, dass es verboten sei, feste und flüssige Abfälle mit dem Abwasser zu entsorgen. Grenzwerte gibt es jedoch, im Gegensatz zu vielen anderen Schadstoffen, keine. Diese ungeregelte gesetzliche Grundlage erstaunt, zumal das Gewässerschutzgesetz zum Ziel hat, die Gewässer vor nachteiliger Einwirkung zu schützen, was insbesondere der Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen dienen soll (Art.1c). Für die Bewertung des Zustands der Schweizer Fliessgewässer werden Feststoffe und Abfälle entsprechend auch nur als Parameter für die Beurteilung des äusseren Erscheinungsbilds erhoben. Dies nur mit der Begründung, dass Abfälle jeglicher Art das Landschaftsbild verunstalten (BAFU, 2007). Entsprechend grob erfolgt die optische Einteilung in die Kategorien «keine», «vereinzelte» und «viele» Abfälle/Feststoffe.

Einen Schritt weiter als die Schweiz geht die EU. Abfälle im Meer sind dort ein Handlungsfeld der Marine Strategy Framework Directive, die von den Mitgliedstaaten verlangt, das Ausmass der Verschmutzungen zu erheben und Massnahmen dagegen zu ergreifen. Um die Daten zu erheben setzt die EU dabei auf die Mitwirkung der Bürgerinnen und Bürger und hat die Marine Litter Watch App als Tool dafür entwickelt. Die EU-Kommission hat ausserdem kürzlich vorgeschlagen, zehn in der Umwelt häufig vorgefundene Einweg-Plastikprodukte zu verbieten, darunter Besteck und Geschirr aus Plastik, Trinkhalme, Luftballonstäbe, Rührstäbchen oder Wattestäbchen.

«Es gibt in der Schweiz bis jetzt keine ausführliche Erhebung über die Belastung der Gewässer durch Plastik und andere Abfällen.»

² <http://www.hammerdirt.ch/>

2. Swiss Litter Report

«Der Swiss Litter Report ist die erste schweizweite Erhebung der Belastung von Plastik und anderen Abfällen an den Ufern von Fließgewässern und Seen.»

Integraler Bestandteil des Swiss Litter Reports ist der Einbezug von ausgebildeten Freiwilligen, die für die Datenerhebung des Citizen Science Projekts verantwortlich waren. Folgende Eckpunkte geben einen Überblick über den Ablauf des Projekts:

- 112 Standorte an natürlichen Ufern von Flüssen und Seen in der ganzen Schweiz
- Monatliche Erhebungen von April 2017 - März 2018
- Erhebungen durchgeführt von über 150 ausgebildeten Freiwilligen (Citizen Science)
- Zuordnung aller Abfallgegenstände (>2.5 cm) zu 89 Abfallkategorien / 9 Materialien
- Erfassung der Daten mit der Marine Litter Watch Smartphone App
- Weiterleitung der Daten in die Datenbank der Europäischen Umweltagentur
- Entsorgung des gesammelten Abfalls
- Auswertungen und Veröffentlichung der Daten im Swiss Litter Report

Was ist Citizen Science?

«Mit Citizen Science (Bürgerwissenschaft) wird eine Form der offenen Wissenschaft bezeichnet, bei der Projekte unter Mithilfe oder komplett von interessierten Laien durchgeführt werden. Sie melden Beobachtungen, führen Messungen durch oder werten Daten aus» (Wikipedia).

Grossflächige Erhebung zu relativ geringen Kosten sind dadurch möglich (Nelms et al., 2017). Weltweit gibt es folglich immer mehr Studien, die sich diesen Ansatz zu Nutze machen. So wurden auch schon Citizen Science Studien veröffentlicht, die Abfälle an Meeresstränden (Nelms et al., 2017; Martin, 2013; Hidalgo-Ruz & Thiel, 2015) oder Flüssen (Rech et al., 2015) erheben. Um eine möglichst hohe Datenqualität zu erreichen ist dabei eine gute Einführung der Freiwilligen essentiell. Vergleiche zwischen Daten von Wissenschaftlern und Freiwilligen zeigen oft keine Unterschiede, was das grosse Potential des neuen Ansatzes aufzeigt (Rech et al., 2015).

2.1 Ziele

Die gesamtschweizerische Studie soll verlässliche Daten darüber liefern, wie stark die Ufer unserer Gewässer durch Abfälle belastet sind. Die Erfassung von Daten in der ganzen Schweiz und über ein Jahr hinweg ermöglicht vielfältige Auswertungen, die als Basis dienen für konkrete und effiziente Massnahmen. Die mediale Kommunikation über das grosse Projekt soll die Abfallproblematik an unseren Gewässern einer breiten Öffentlichkeit aufzeigen und zur Sensibilisierung relevanter Akteure beitragen. Das Ziel ist es, eine Abfallreduktion in und um Gewässer zu erreichen.

Ziele	Erläuterungen
Aufzeigen des Abfallaufkommens an Gewässerufern	Die Schweiz hat den Ruf, ein sehr sauberes Land zu sein. Diese Einschätzung könnte den Schluss nahelegen, dass wir keine Abfälle in der Umwelt haben. Die erhobenen Daten sollen eine Grundlage für die Beurteilung der aktuellen Situation geben.
Aufzeigen der räumlichen und zeitlichen Verteilung von verschiedenen Abfallkategorien	Die Untersuchung verschiedener Standorte in der Schweiz über ein Jahr ermöglicht Aussagen über die räumliche und zeitliche Häufigkeit der verschiedenen Abfallkategorien.
Sensibilisierung	Durch Kommunikation der Studie und deren Ergebnisse werden die Öffentlichkeit und relevante Akteure auf die Problematik aufmerksam. Der Citizen Science Ansatz involviert die Bevölkerung und die Littering Thematik wird öffentlich diskutiert.
Nutzung der Daten für die Ausarbeitung von Massnahmen zur Reduktion der Abfälle in der Umwelt	Die gesammelten Daten sind eine notwendige Grundlage für die weitere Problemanalyse und Lösungsfindung. So können zum Beispiel die lokal oder national häufigsten Abfallkategorien und deren Quellen identifiziert werden. Diese Information unterstützt Entscheidungstragende in der Ausarbeitung von Massnahmen, um Abfälle in der Umwelt zu vermeiden.

3. Methodik

Die Methodik des Swiss Litter Reports basiert auf folgenden drei internationalen Protokollen, welche die Vorgehensweise für Abfallsammlungen an Meeresstränden definieren:

- **European Environment Agency (EEA)** - Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas (2013)
- **OSPAR commission** - Guideline for Monitoring Marine Litter on the Beaches in the OSPAR Maritime Area (2010)
- **UNEP/IOC** - Guidelines on Survey and Monitoring of Marine Litter (2009)

Hauptsächlich orientiert sich die Methodik des Swiss Litter Reports an den Guidelines der EEA, wobei die zwei anderen Quellen für spezifische Sachverhalte zusätzlich beigezogen wurden. Da alle internationalen Protokolle das Vorgehen bei Erhebungen an Meeresstränden beschreiben, wurde die Methodik für den Swiss Litter Report an die Verhältnisse von Flüsse und Seen angepasst. Außerdem wurde bei der Ausarbeitung der Methodik auf eine möglichst einfache Umsetzbarkeit Rücksicht genommen, damit eine hohe Vergleichbarkeit zwischen den Standorten gewährleistet werden kann. Die Erhebungen wurden von ausgebildeten Freiwilligen durchgeführt.

3.1 Standortwahl

Die Standorte befanden sich an den Ufern von schweizerischen Fliessgewässern und Seen. Um möglichst viele Freiwillige zu mobilisieren, mussten sich die Standorte in der Region der interessierten Personen befinden und einfach erreichbar sein. Deshalb konnten die Freiwilligen ihre Standorte unter Berücksichtigung von folgenden **Kriterien** selber definieren:

- Erhebungsfläche gehört zur Uferzone eines Sees oder eines Fliessgewässers
 - *Keine Weiher und kleine Bäche*
- Erhebungsfläche hat direkten Kontakt zum Gewässer
 - *Keine Uferverbauungen*
- Gesamte Erhebungsfläche liegt bei Hochwasser unter Wasser
- Richtwert für die Fläche: $50m^2 – 200m^2$ (je nach Abfallaufkommen)
- Standort ist ganzjährig zugänglich
- Tiere oder empfindliche Vegetation dürfen nicht beeinträchtigt werden

Die Erhebungsfläche gehört zur natürlichen Uferzone des Gewässers und musste klar durch Grenzen definiert werden. Das Gewässer bildet auf der Wasserseite die Grenze. Typische Grenzlinien auf der Landseite sind zum Beispiel Wege, Strassen, Bebauungen, Zäune, versiegelte Flächen, dichte Vegetation, Acker, Wiesen oder Wald. Die Form der Erhebungsfläche kann beliebig sein. Es sollte aber berücksichtigt werden, dass die Fläche entlang dem Gewässer folgt.

Abbildung 3: Typische Beispiele von Standorten mit definierten Grenzen



Um möglichst neutral den Zustand der schweizerischen Gewässerufer zu erheben, war das Abfallaufkommen explizit kein Kriterium für die Standortwahl. Die Betrachtung von einem 100m Strandabschnitt, wie es in den internationalen Protokollen gefordert wird, war aufgrund dieser selten anzutreffenden Situation in der Schweiz kein Kriterium. Für die Standortsuche stellte sich nämlich schon das Vorfinden von natürlichen und unverbauten Ufern als eine Schwierigkeit dar. Falls sich ein zweiter Standort in der Nähe befand, sollte der Abstand zwischen den beiden Standorten mindestens 50m betragen. Alle Standorte wurden beim Projektleiter mit Foto angemeldet und bestätigt.

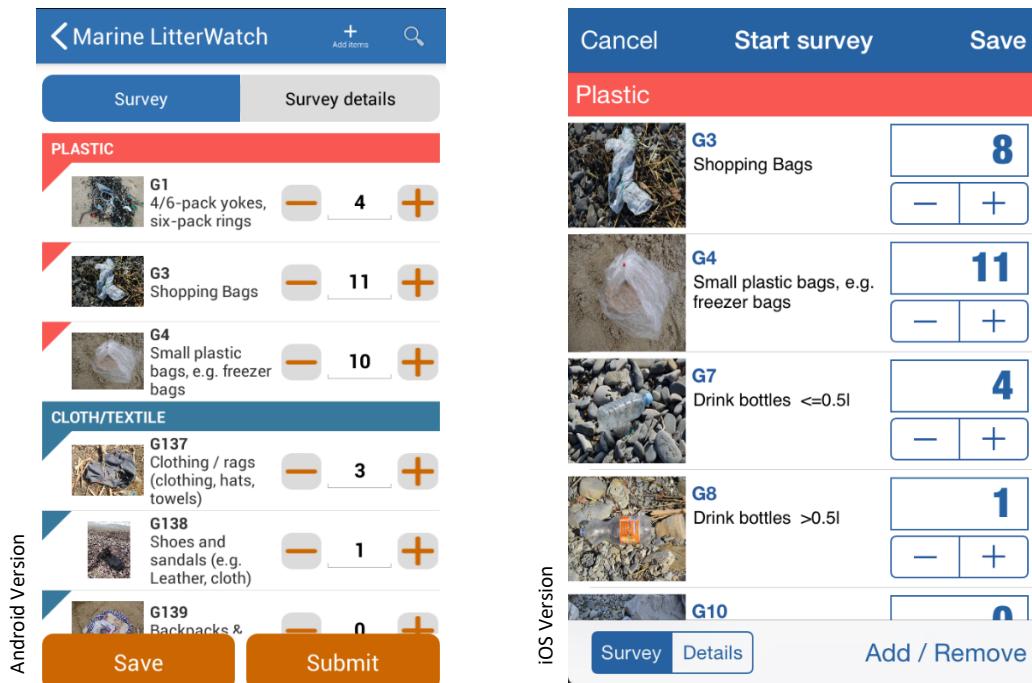
Mit einem **online Fragebogen** wurden für jeden Standort zusätzliche Charakterisierungsmerkmale erhoben. Dies beinhaltet unter anderem Informationen zum monatlichen Besucheraufkommen, zur Nutzung, zur Lage sowie Angaben zu sonstigen Reinigungstätigkeiten.

3.2 Marine Litter Watch App

Für die Erfassung der Daten wurde die von der Europäischen Umweltagentur (EEA) entwickelte Marine Litter Watch App verwendet. Die App wurde entwickelt um die Abfallbelastung an Stränden zu messen und um damit eine europäische Datenbasis zu generieren, welche europäische Entscheidungstragende unterstützen soll. Speziell soll die App vor allem Bürger und Bürgerinnen dazu befähigen selber Daten zu erheben: «*In this respect, citizens can play a major role in collecting data and information needed to support authorities to better manage and prevent marine litter*»³.

In der App wird der Standort registriert, monatlich ein Event erstellt und die Erhebung erfasst. Die erfassten Daten können direkt auf die zentrale Datenbank der EEA hochgeladen werden. Die App ist für iOS und Android Smartphones gratis verfügbar.

Abbildung 4: Datenerfassung mit der Marine Litter Watch App



Für Freiwillige mit fehlenden technischen Ressourcen bestand die Möglichkeit der manuellen Dateneingabe in eine Excel-Erfassungstabelle. Diese wurde an den Projektleiter gesendet und anschliessend mit der App erfasst.

3.3 Abfallkategorien

Von den verfügbaren 162 Abfallkategorien der Marine Litter Watch wurden 89 als relevant für den Swiss Litter Report eingestuft. Abfallkategorien, die klar mit Tätigkeiten am Meer verbunden sind, wurden nicht berücksichtigt (z. Bsp.: G44 Tintenfisch Behälter). Des Weiteren wurden sehr selten vorkommende Abfallkategorien ausgeschlossen, um die Anzahl der Kategorien zu reduzieren und damit eine bessere Überschaubarkeit zu gewährleisten. Zur Orientierung dazu dienten die Häufigkeiten der Abfallerhebungen von Hammerdirt am Genfersee.

³ <https://www.eea.europa.eu/themes/water/europe-seas-and-coasts/marine-litterwatch/engaging-european-citizens> (Zugriff: 29.11.2017)

Die 89 Abfallkategorien sind unterteilt nach 9 Materialkategorien (Plastik, Chemikalien, Kleider/Textilien, Glas/Keramik, Metall, Papier/Karton, Holz (verarbeitet), Gummi, Weiteres) und wurden in der Marine Litter Watch App als Standardliste angezeigt. Die englischen Namen der Kategorien wurden auf Deutsch und Französisch übersetzt. Alle Abfallkategorien sind im Anhang (Tabelle 10: Die 89 Swiss Litter Report Abfallkategorien nach Material und Häufigkeiten Tabelle 10) zu finden.

3.4 Rekrutierung und Betreuung der Freiwilligen

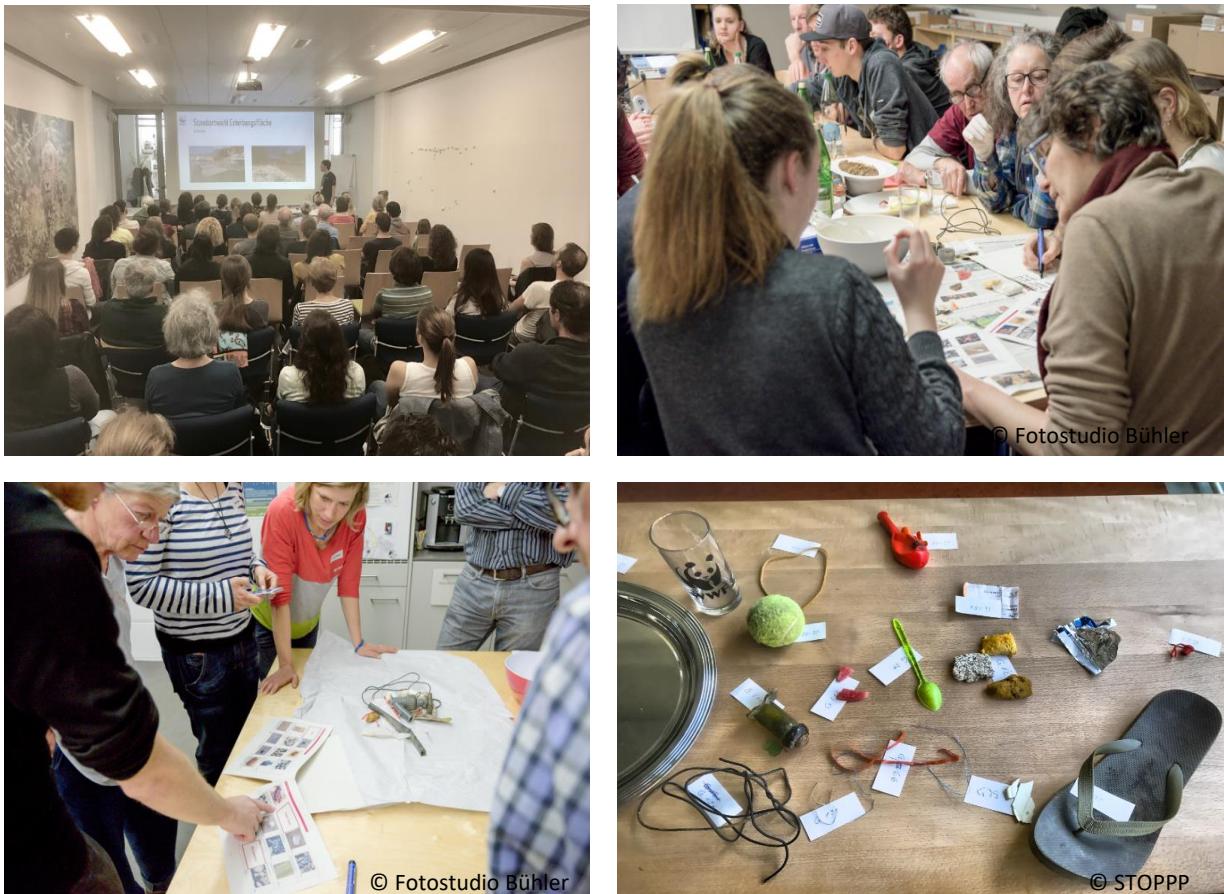
Um möglichst viele Leute für das Projekt zu gewinnen, fand die Rekrutierung der Freiwilligen über mehrere Kanäle statt. Vor allem wurde die bestehende Struktur der Freiwilligenarbeit des WWF Schweiz, die Community of Volunteers und deren regionale Freiwilligennetzwerke genutzt. So engagierten sich in den Regionen Zürich, Ostschweiz, Bern, Zentralschweiz und Westschweiz die jeweiligen Freiwilligenkoordinatorinnen mit verschiedenen Massnahmen für die Bekanntmachung des Projektes. Auch der Verein STOPPP, die Umwelt NGO OceanCare, die International Volunteers for WWF Switzerland und weitere engagierte Einzelpersonen unterstützten diese Arbeit. Zentrales Kommunikationsmittel zu diesem Zweck war ein Infoflyer (d/f/e) über das Projekt.

Die interessierten Freiwilligen meldeten sich über die swisslitterreport@wwf.ch Email Adresse oder per Telefon beim Projektleiter Pascal Blarer und bekamen ein Projekt Factsheet sowie Informationen zur Standortwahl. Zur Eröffnung eines Standortes wurden die Koordinaten und weitere Informationen zum Erhebungsort registriert.

Alle interessierten Freiwilligen wurden im März/April 2017 zu einer 2 stündigen Einführungsveranstaltung eingeladen, die in St. Gallen, Bern, Lausanne (f) und Zürich stattfand. Aus der Initiative von Freiwilligen wurde zusätzlich noch eine Veranstaltung in Basel und eine für die International Volunteers for WWF Switzerland in Zürich durchgeführt. Insgesamt haben rund 150 Personen an den Veranstaltungen teilgenommen. Ziel der Veranstaltungen war es, den Teilnehmenden einen Einblick in die Plastik- und Abfallproblematik zu geben sowie das Vorgehen bei der Standortwahl, den Erhebungen und der Marine Litter Watch App-Benutzung zu vermitteln. In einer praktischen Übung wurde die Zuordnung verschiedener Abfallgegenstände zur richtigen Kategorie geübt. Alle relevanten Informationen wurden auch in schriftlicher Form in Deutsch, Französisch und Englisch den Freiwilligen zur Verfügung gestellt. Dies beinhaltete folgende Dokumente:

- Factsheet zum Projekt
- Vorgehen Standortwahl und Erhebungsfläche
- Vorgehen Durchführung der Erhebung und Abfallkategorien
- Anleitung zur Marine Litter Watch App (iOS und Android Version)

Abbildung 5: Eindrücke von den Einführungsveranstaltungen



Während des Erhebungszeitraums konnten sich die Freiwilligen bei Fragen und Unklarheiten, etwa Kategorisierungsschwierigkeiten, an den Projektleiter Pascal Blarer wenden. Außerdem bekamen sie monatlich per Email einen Datenbankauszug und einen Überblick über die aktuellen Resultate. Ebenfalls monatlich wurde ein Methodik-Rundmail an die Freiwilligen versandt um auf aktuelle Schwierigkeiten und Vorgehensweisen aufmerksam zu machen.

Um die Leistungen der Freiwilligen wertzuschätzen, bekamen sie neben den monatlichen Resultaten verschiedene Einladungen zu Veranstaltungen und Geschenke. Dies beinhaltete eine Kinoaufführung des Filmes *A Plastic Ocean* in Zürich, die Einladung zum WWF Tag, ein Swiss Litter Report T-Shirt (bei Bedarf) und ein 20 % Rabatt im WWF Online Shop.

3.5 Durchführung der Erhebungen

Die Erhebungen an den Standorten fanden monatlich von April 2017 bis März 2018 statt⁴. Durchgeführt wurden die Erhebungen von den ausgebildeten Freiwilligen, wobei je nach Standort nur eine Person oder ganze Gruppen beteiligt waren. Der genaue Erhebungszeitpunkt im jeweiligen Monat wurde nicht vorgegeben, sondern von den Freiwilligen selbst bestimmt. Jedoch sollte das monatliche Intervall möglichst eingehalten werden.

⁴ Die Erhebungen in der Romandie starteten erst im Mai.

Die Erhebungen fanden jeden Monat auf der gleichen Fläche statt. Da die Wasserstände an den Ufern über die Monate variierten, änderte sich die Grösse der Erhebungsfläche. Deswegen wurde die Grösse der Erhebungsfläche jeden Monat neu gemessen. Falls die Erhebungsfläche überschwemmt oder zugeschneit war, wurde keine Erhebung durchgeführt. Mit der App wurde jedoch trotzdem ein leerer Eintrag gemacht, wobei die Fläche mit null angegeben wurde.

Alle Abfallgegenstände auf der Erhebungsfläche, die in ihrer längsten Dimension grösser als 2.5cm sind, wurden für den Swiss Litter Report berücksichtigt, was zum Beispiel Flaschendeckel und Zigarettenstummel miteinschliesst. Die eingesammelten Gegenstände wurden am Boden ausgelegt, nach Abfallkategorie sortiert und fotografiert. Danach wurde die Anzahl der Abfallgegenstände pro Abfallkategorie mit der Marine Litter Watch App erfasst und auf die Datenbank hochgeladen. Es wurden immer alle Swiss Litter Report Abfall- und Materialkategorien berücksichtigt. Abfallgegenstände, die sich ausserhalb der Erhebungsfläche befanden oder kleiner als 2.5cm waren, wurden nicht mit der App erfasst. Schliesslich wurden alle Abfallgegenstände, unter Berücksichtigung der lokalen Recycling Möglichkeiten, entsorgt.

Die Zuordnung von Abfallgegenständen zu den verschiedenen Abfallkategorien ist nicht immer eindeutig und manchmal kommen mehrere Kategorien in Frage. Folgende **Tipps** dienten den Freiwilligen zur Orientierung:

1. Abfallgegenstände, die in **keine Abfallkategorie** passen, konnten für jedes Material unter der **Kategorie «Andere...»** erfasst werden.

G124: Andere Plastik/Styropor Gegenstände (identifizierbar)

G145: Andere Textilien

G210: Andere Glas Gegenstände

G198: Andere Metall Stücke < 50 cm

G199: Andere Metall Stücke > 50 cm

G158: Andere Papier Gegenstände

G171: Andere Holz Stücke < 50 cm

G172: Andere Holz Stücke > 50 cm

G134: Andere Gummi Stücke

G211: Andere Medizin Artikel (Verbandmaterial, Pflaster etc.)

2. **Mehrere Stücke/Teile**, die eindeutig zum gleichen Abfallgegenstand gehören, wurden als nur **ein Abfallgegenstand** erfasst und **nicht einzeln gezählt**.



Beispiel

Glasscherben, die eindeutig zu einer Glasflasche gehören, wurden unter der Abfallkategorie *G200: Flaschen inkl. Stücke* als ein Abfallgegenstand erfasst.

- 3. Stücke/Teile** von Abfallgegenständen, deren ursprünglicher Abfallgegenstand **eindeutig erkennbar** ist, wurden als ein Abfallgegenstand in der entsprechenden Abfallkategorie erfasst.



Beispiel

Plastik Stück eindeutig erkennbar als Plastiksack wurde unter der Abfallkategorie G3: *Plastiksäcke (inkl. Stücke)* als ein Abfallgegenstand erfasst

- 4. Stücke/Teile** von Abfallgegenständen, deren ursprünglicher Abfallgegenstand **nicht eindeutig erkennbar** ist, wurden einzeln als **Stücke** entsprechend ihrer **Grösse** erfasst.

G79: Plastik Stücke 2.5 > < 50 cm

G80: Plastik Stücke > 50 cm

G82: Styropor Stücke 2.5 > < 50 cm

G83: Styropor Stücke > 50 cm

G145: Andere Textilien

G208: Glas oder Keramik Fragmente > 2.5 cm

G198: Andere Metall Stücke < 50 cm

G199: Andere Metall Stücke > 50 cm

G156: Papier Stücke/Papierfetzen

G171: Andere Holz Stücke < 50 cm

G172: Andere Holz Stücke > 50 cm

G134: Andere Gummi Stücke



Beispiel

Plastik Stück (ca. 4 cm), dessen ursprünglicher Abfallgegenstand nicht eindeutig erkennbar ist, wird unter der Abfallkategorie G79: *Plastik Stücke 2.5 > < 50 cm* erfasst

5. Weitere Beispiele:



11 Ballone zusammengeschnürt, werden als **11** Abfallgegenstände unter der Abfallkategorie *G125: Luftballons* erfasst.



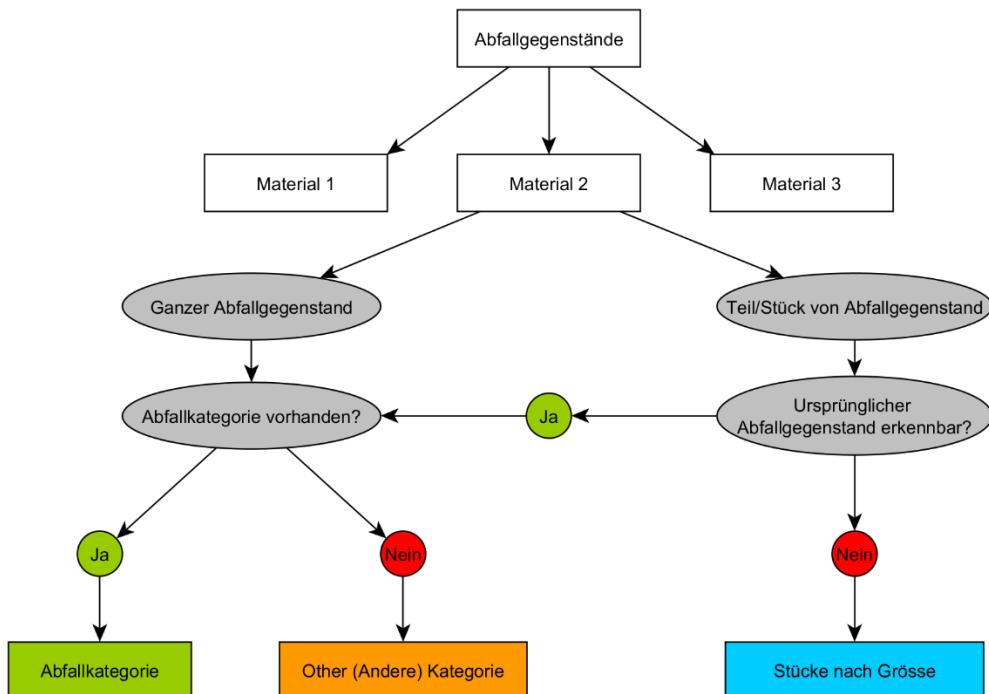
Trinkflasche aus Plastik mit Plastikdeckel wurde je nach Grösse in der Abfallkategorie G7: Trinkflaschen $\leq 0.5\text{ l}$ oder G8: Trinkflaschen $> 0.5\text{ l}$ erfasst. Die Plastikdeckel werden nicht separat erfasst.



Abfallgegenstände aus mehreren Materialien wurden unter der Abfallkategorie des Hauptmaterials erfasst. Schnuller aus Gummi und Plastik wird mit der Abfallkategorie G134: *Andere Gummi Stücke* erfasst.

Das folgende Diagramm gibt eine Übersicht über das Vorgehen bei der Zuordnung der Abfallgegenstände zu den Abfallkategorien:

Abbildung 6: Übersicht Zuordnung zu den Abfallkategorien



3.6 Validierung und Auswertung der Daten

Validierung

Nach jedem Erhebungsmonat wurde ein Auszug aus der Datenbank generiert. Für alle Dateneinträge wurde überprüft, ob nur die 89 für den Swiss Litter Report relevanten Abfallkategorien verwendet wurden. Bei Abweichungen wurden die verantwortlichen Freiwilligen informiert und um eine Korrektur gebeten. Des Weiteren wurden Dateneinträge gelöscht, die nicht zu einem angemeldeten Standort gehörten. Damit konnte garantiert werden, dass nur Daten von ausgebildeten und informierten Freiwilligen einbezogen wurden. Zusätzlich war es auch notwendig, Dateneinträge zu löschen, die versehentlich zwei Mal hochgeladen wurden. Beim Auftreten von extremen Werten (Ausreisser) wurden Abklärungen mit den betroffenen Personen gemacht. Ab und zu kam es auch zu Verwechslungen der Abfallkategorien Zigarettenstummel und Feuerzeuge. Dies wurde über alle Monate insgesamt 12 Mal korrigiert sobald mindestens 3 Mal mehr Feuerzeuge als Zigarettenstummel eingetragen wurden.

Schliesslich wurde der Datenauszug monatlich allen involvierten Freiwilligen per Email zugestellt. Damit verbunden war die Aufforderung, dass alle Freiwilligen ihre eigenen Dateneinträge selbst validieren und allfällige Unstimmigkeiten beheben sollten.

Auswertung

Sämtliche Daten wurden mit Excel 2016 ausgewertet und auch alle Diagramme wurden mit dem Programm erstellt. Einzig das Boxplot Diagramm wurde mit R Studio generiert. Folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Sonderbedingungen der Auswertung:

Sonderbedingung	Lösung
41 Erhebungen ohne Flächenangabe.	Ausgeschlossen von allen Auswertungen der Abfalldichte.
43 Erhebung mit Fläche = 0 (Überschwemmungen oder Schnee).	Ausgeschlossen von allen Auswertungen der Abfalldichte.
11 Extremwerte (vor allem hohe Dichte an Glasscherben) an einem Standort am Sempachersee. Der Standort befindet sich neben einer ehemaligen Abfalldeponie.	Ausgeschlossen von allen Auswertungen der Abfalldichte, sowie der Abfallzusammensetzung.
1 Extremwert der Abfalldichte an einem Standort am Zürichsee.	Ausgeschlossen von allen Auswertungen der Abfalldichte.
2 Standorte am Rhein nach Basel befinden sich auf französischem Gebiet.	Nicht speziell behandelt.
Standort an der Thur bei Schönenberg: Es wurden mehrere Erhebungen pro Monat durchgeführt (insgesamt 60). Der gesamte anfallende Abfall wurde erhoben (Absprache mit der Gemeinde).	Alle Abfallzahlen und Abfalldichten wurden pro Monat aggregiert.
Standorte am Rhein bei Laag: Es wurden mehrere Erhebungen pro Monat durchgeführt (insgesamt 17).	Alle Abfallzahlen und Abfalldichten wurden pro Monat aggregiert.

4. Resultate

4.1 Keyfacts

Tabelle 1:Keyfacts

Total eingesammelte Abfallgegenstände	95'971
Total durchgeführte Erhebungen	1'052
Total Standorte	112
Durchschnittliche Standortgrösse (m²)	273
Durchschnittliche Abfalldichte (Abfallgegenstände pro m²)⁵	0.67
See	1.23
Fluss / Bach	0.38
Frühling	0.70
Sommer	0.91
Herbst	0.51
Winter	0.47
Median Abfalldichte (Abfallgegenstände pro m²)	0.24
Herkunft: Littering vor Ort / Angeschwemmte Gegenstände	71 % / 29 %

Durchschnittliche Uferfläche

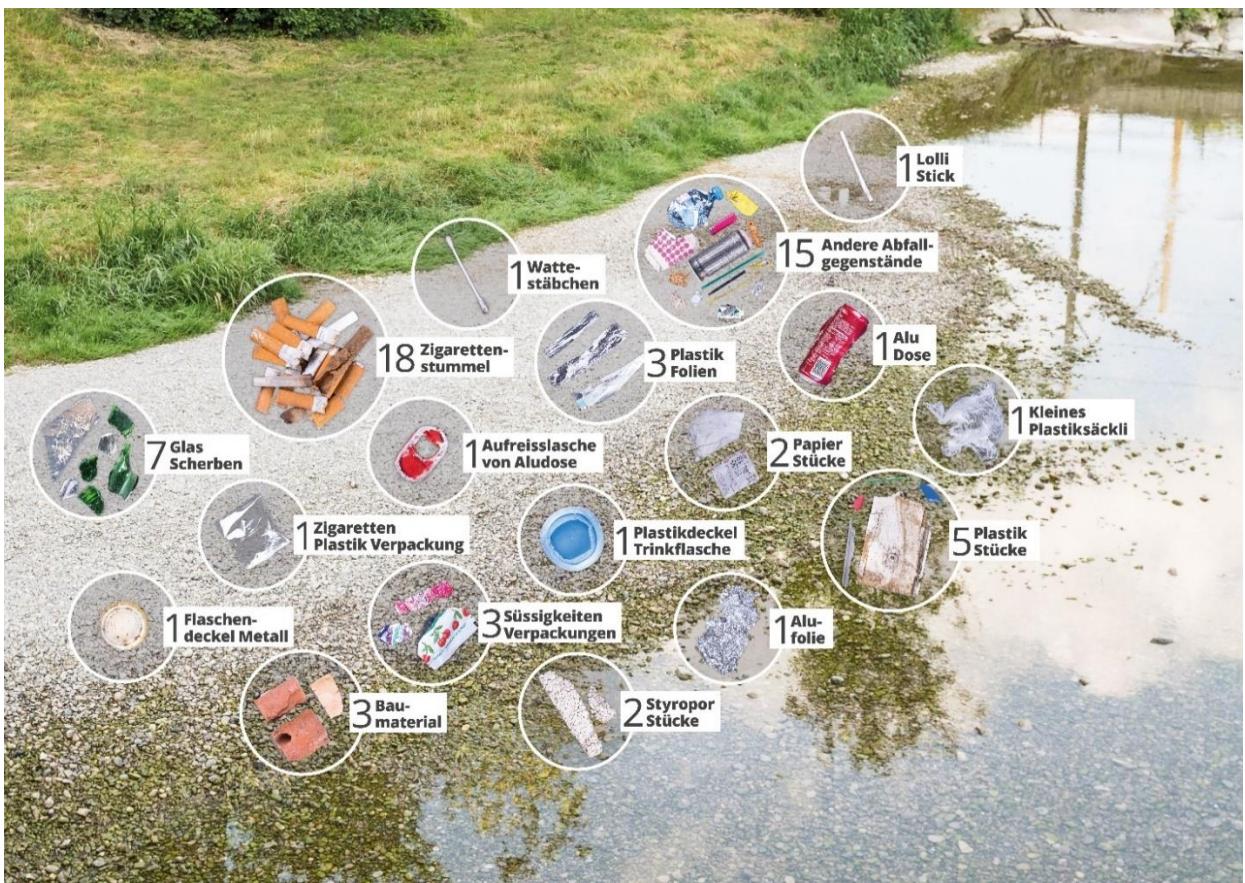
Auf einer Uferfläche von 100m² wurden monatlich durchschnittlich 67 Abfallgegenstände gefunden.

Tabelle 2: Monatliche Abfallgegenstände pro 100m² Ufer

Zigarettenstummel	18
Glas / Keramik Fragmente > 2.5 cm	7
Plastik Stücke 2.5 > < 50 cm	5
Chips / Süßigkeiten Verpackungen	3
Papier Stücke	2
Flaschendeckel (Metall) / Aufreisslasche von Aludose	2
Plastikfolien und industrielle Verpackungen	3
Styropor Stücke 2.5 > < 50 cm	2
Baumaterial (Backstein, Zement, Röhren)	3
Alufolie	1
Kleine Plastiksäckli	1
Alu-Dosen (Getränke)	1
Wattestäbchen	1
Plastik von Zigaretten Verpackung	1
Plastikdeckel Trinkflaschen	1
Lolli-Stick	1
Andere Abfallgegenstände	15
TOTAL	67

⁵ Ohne 12 extreme Erhebungen

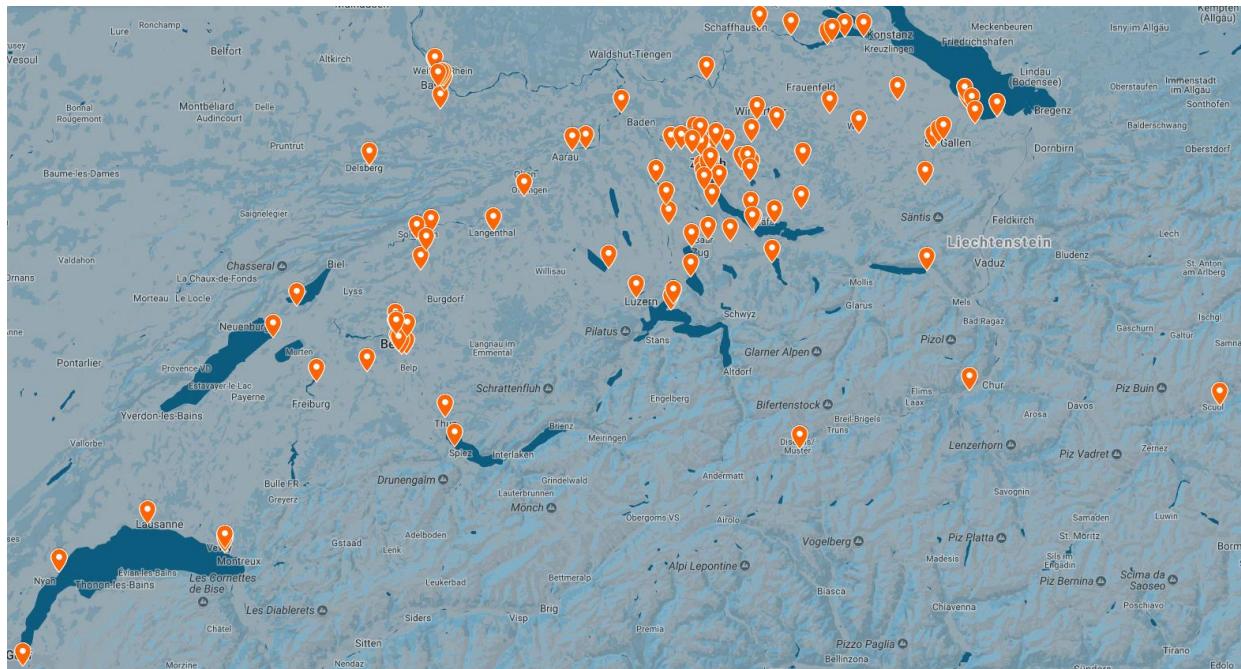
Abbildung 7: Monatliche Abfallgegenstände pro 100m² Ufer



4.2 Standorte und Anzahl Erhebungen

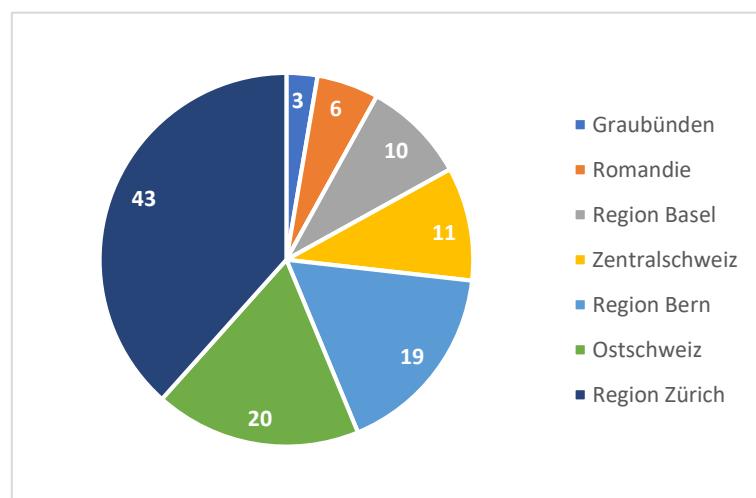
Für den Swiss Litter Report liegen Daten von insgesamt 112 Standorten vor⁶.

Abbildung 8: Die 112 Swiss Litter Report Standorte



Die 112 Standorte des Swiss Litter Reports sind über die ganze Schweiz verteilt und decken die meisten grossen Gewässer gut ab. Klar am meisten Standorte liegen in der Region um Zürich (43). Ebenfalls viele Standorte gibt es in der Ostschweiz (20) und in der Region Bern (inkl. Solothurn) (19). Nur der Süden der Schweiz (Tessin, Wallis) und auch die Romandie sind untervertreten. Bedeutende fehlende Gewässer sind etwa die Rhone, Ticino oder auch Brienzersee, Lago Maggiore und Lago di Lugano.

Abbildung 9: Standorte nach Region



⁶ Link zur Onlinekarte:

https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=18YuJibHUZyTnXp97LJNFJTW4k_8&ll=47.33415079492873%2C8.487479964843714&z=12

Abbildung 10: Anzahl Standorte nach Gewässertyp

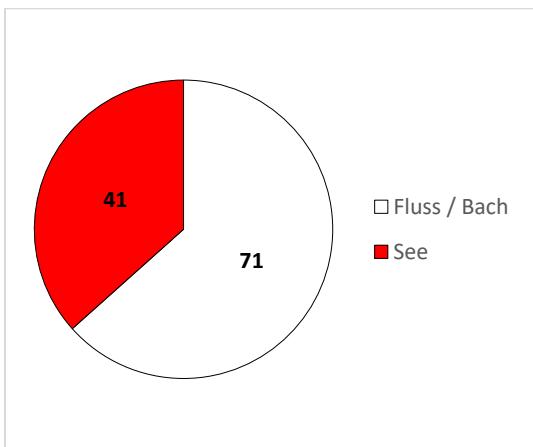
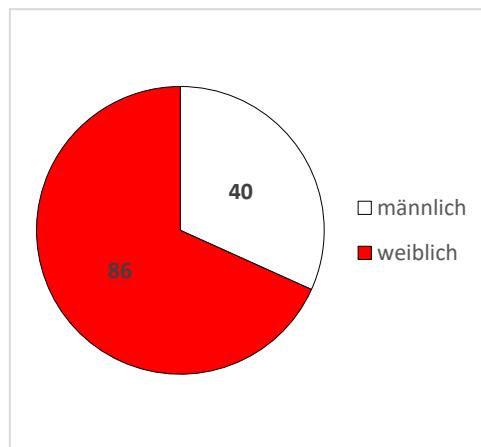
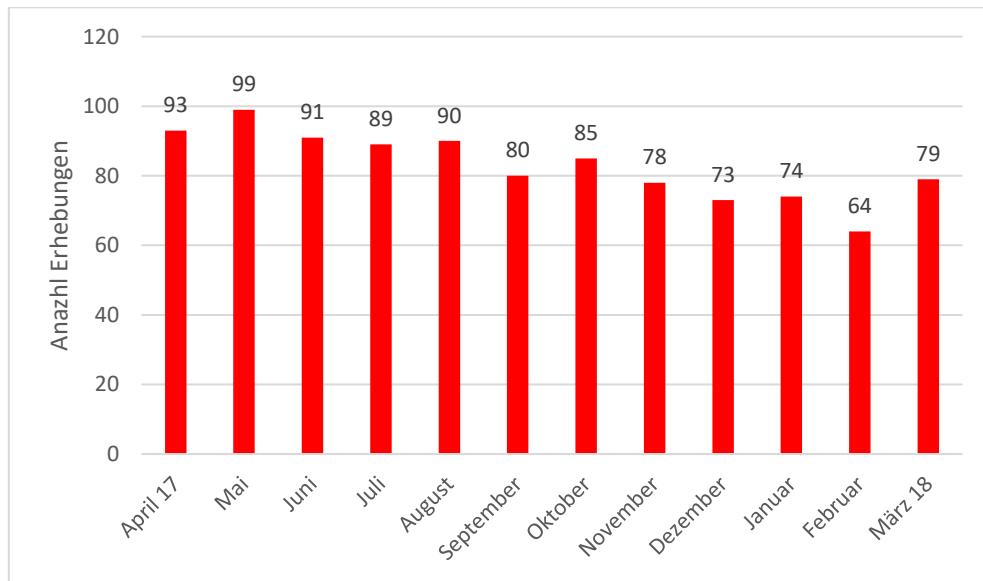


Abbildung 11: Anzahl Freiwillige nach Geschlecht



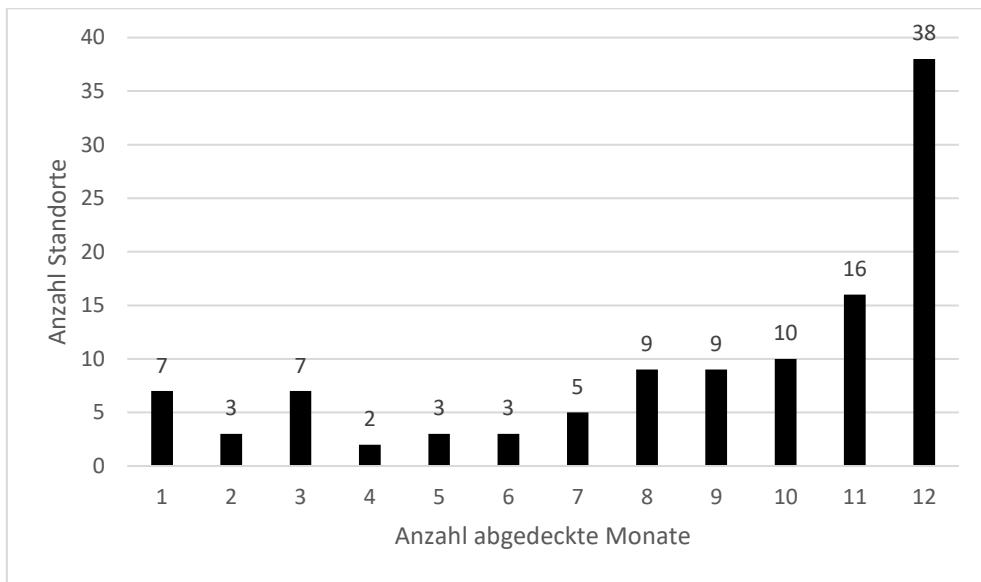
Mit 71 Standorten befinden sich mehr Standorte an Flüssen oder Bächen als an Seen (41). Insgesamt waren 126 Freiwillige, davon eine klare Mehrheit weiblich, bei dem Projekt als Standortverantwortliche aktiv. Pro Standort gab es meistens einen oder zwei Verantwortliche. In seltenen Fällen betreuten die Verantwortlichen zwei oder sogar drei Standorte. Oft wurden die verantwortlichen Personen bei den Erhebungen durch zusätzliche Freiwillige unterstützt. So war etwa am Walensee eine Schulklasse oder in Basel eine Gruppe von internationalen Freiwilligen beteiligt. Die tatsächliche Anzahl der involvierten Freiwilligen dürfte also noch einiges höher sein.

Abbildung 12: Anzahl Erhebungen pro Monat



Die Erhebungen wurden über ein ganzes Jahr durchgeführt. Nach einem guten Start blieb die Anzahl Erhebungen auf einem konstant hohen Niveau bis sie gegen den Winter etwas abfiel. In den drei Wintermonaten wurden am wenigsten Erhebungen durchgeführt, wobei es selbst im Februar noch 64 waren. Dafür stieg die Zahl im März 2018 nochmals deutlich auf 79 Erhebungen an.

Abbildung 13: Abgedeckte Monate pro Standort

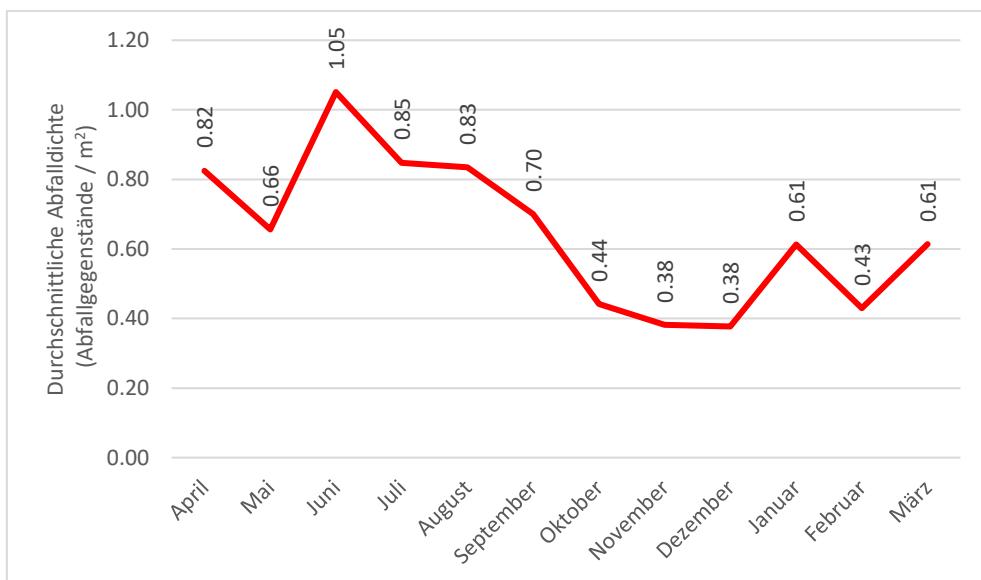


Ganze 38 Standorte haben ein Jahr lang durchgehalten und jeden Monat eine Erhebung durchgeführt. Weitere 44 Standorte haben acht oder mehr Erhebungen durchgeführt. Lücken in den Erhebungen wurden oft mit Ferienabwesenheiten oder kurzfristigen Stresssituationen begründet. Dagegen gab es nur sieben Standorte, die nach einer Erhebung das Projekt abgebrochen haben. Darunter gehören auch Personen, die mehrere Standorte betreuten und den Aufwand dafür unterschätzten. Weitere Standortaufgaben nach wenigen Erhebungen sind auf Wohnortwechsel und weitere persönliche Situationsänderungen zurückzuführen.

4.3 Abfalldichten

Eine zentrale Grösse für den Swiss Litter Report sind die Abfalldichten, die mit Abfallgegenständen pro m^2 ausgewiesen werden.

Abbildung 14: Durchschnittliche Abfalldichte April 2017 – März 2018



Die durchschnittliche Abfalldichte pro Monat zeigt die Entwicklung der Mittelwerte über den gesamten Erhebungszeitraum an. Über das ganze Projekt ergibt sich eine durchschnittliche Abfalldichte von 0.67

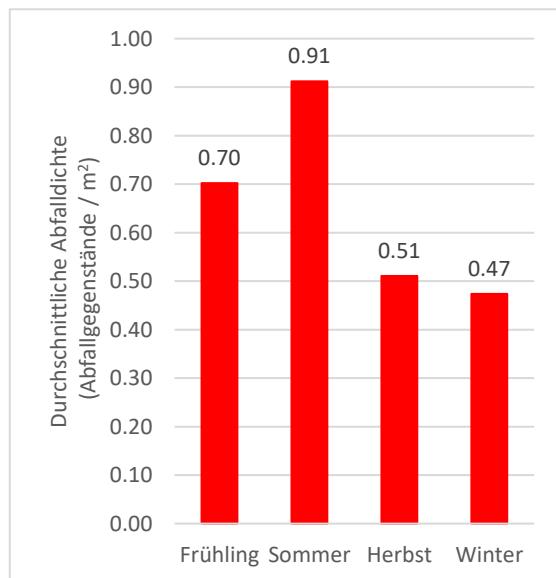
Abfallgegenständen pro m² (ohne 12 extreme Werte⁷). Der höchste Wert wurde im Juni erreicht, danach sinkt die Kurve bis zum Jahresende. Ein deutlicher Anstieg der Kurve ist im Januar zu beobachten. Dies dürfte einerseits auf die Januarstürme Burglind, Evi sowie Friederike und andererseits auf die erhöhte Abfallmenge nach Silvester zurückzuführen sein. So wurden zum Beispiel viele Korken, Feuerwerkmaterial und Partyartikel gefunden. Der relativ hohe Wert im April ist durch die Grundlasten an einigen Standorten bei der ersten Erhebung zu erklären.

Tabelle 3: Durchschnittliche Abfalldichte April 2017 – März 2018

Monat	Durchschn. Abfalldichte (Abfallgegenstand / m ²)	Standard- abweichung	Anzahl Erhebungen
April 17	0.82	1.17	85
Mai	0.66	0.87	87
Juni	1.05	1.34	85
Juli	0.85	1.29	84
August	0.83	1.28	84
September	0.70	1.14	75
Oktober	0.44	0.80	78
November	0.38	0.70	69
Dezember	0.38	0.62	63
Januar	0.61	1.01	61
Februar	0.43	0.68	55
März 18	0.61	0.93	73
Total	0.67	1.05	899

Abbildung 15: Durchschnittliche Abfalldichte Jahreszeiten

Abbildung 15 zeigt die durchschnittliche Abfalldichte für die vier Jahreszeiten an. Erwartungsgemäss ist die durchschnittliche Abfalldichte im Sommer (Juni, Juli, August) am höchsten, während sie im Winter (Dezember, Januar, Februar) noch knapp die Hälfte beträgt. Die Werte im Herbst (September, Oktober, November) sind nur knapp höher als die Winterwerte und deutlich kleiner als im Frühling (März, April, Mai). Wie die Tabelle 4 aufzeigt, sind jedoch die Standardabweichungen hoch, was auf grosse Unterschiede zwischen den Standorten hinweist. Eine bessere Übersicht über die Streuung zwischen den einzelnen Erhebungen liefert die Darstellung durch Boxplots (Abbildung 16).

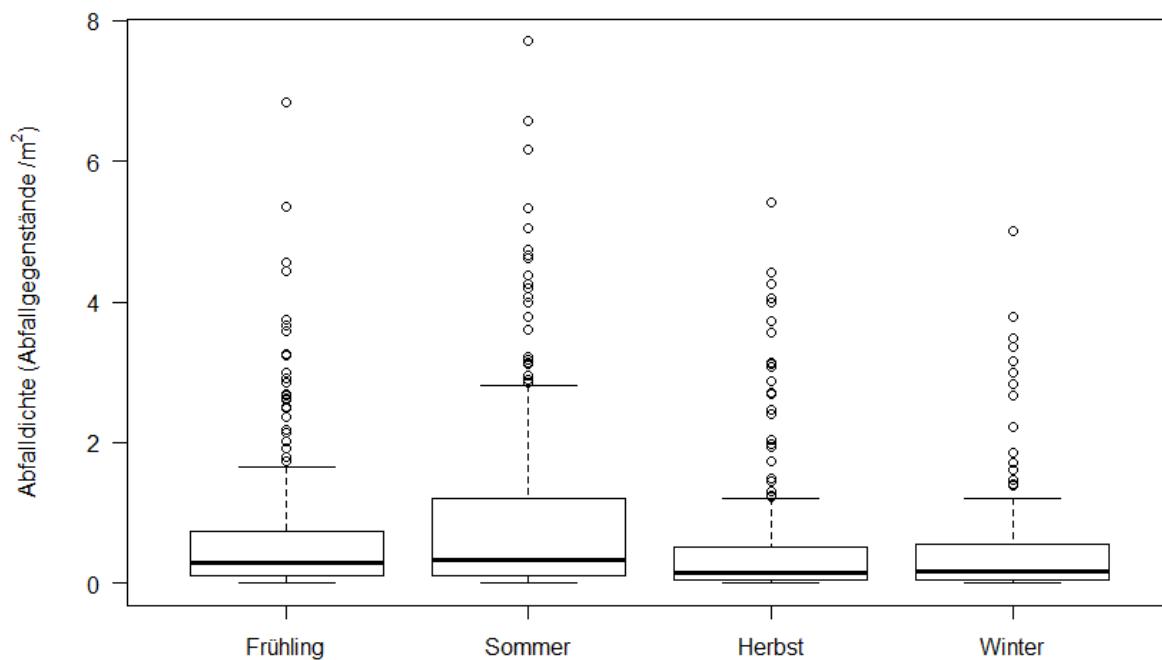


⁷ Ein Standort am Sempachersee befand sich in direkter Umgebung einer ehemaligen Abfalldeponie (1935 – 1940). Am dortigen Standort wurden monatlich viele Glasscherben (total: 6'666) angeschwemmt, die sehr wahrscheinlich von dieser Abfalldeponie stammen. Die Berücksichtigung dieses Standortes erhöht die durchschnittliche Abfalldichte des Swiss Litter Reports auf 1.68 Abfallgegenstände pro m².

Tabelle 4: Durchschnittliche Abfalldichte Jahreszeiten

Monat	Durchschn. Abfalldichte (Abfallgegenstand / m ²)	Standard- abweichung	Median	Anzahl Erhebungen
Frühling	0.70	1.00	0.28	245
Sommer	0.91	1.30	0.34	253
Herbst	0.51	0.91	0.16	222
Winter	0.47	0.79	0.17	179
Total	0.67	1.05	0.24	899

Abbildung 16: Durchschnittliche Abfalldichte Jahreszeiten Boxplots



Da der Mittelwert durch extreme Werte (Ausreisser) stark verzerrt sein kann, lohnt sich die Analyse von Boxplots⁸. Eine Darstellung mit Boxplots zeigt den tatsächlichen Sachverhalt besser, weil die Streuung der einzelnen Werte ersichtlich ist. Aus den Boxplots in Abbildung 16 und in der Tabelle 4 ist zu erkennen, dass die Mediane (mittlere Werte in der Verteilung, dicke schwarze Striche in der Box) für jede Jahreszeit deutlich tiefer liegen als die Mittelwerte in Abbildung 15. Grund dafür sind die vielen Ausreisser nach oben, die den Mittelwert erhöhen. Schön ersichtlich ist auch die klar höhere Box im Sommer. Bei einigen Erhebungen wurde also im Sommer deutlich mehr Abfall gefunden

⁸ Ein **Boxplot** besteht immer aus einem Rechteck, genannt Box, und zwei Linien, die dieses Rechteck verlängern. Diese Linien werden als „Antennen“ bezeichnet und werden durch einen Strich abgeschlossen. Die runden Punkte außerhalb dieses Bereichs werden als Ausreisser bezeichnet.

Die Box entspricht dem Bereich, in dem die mittleren 50 % der Daten liegen. Des Weiteren wird der Median als durchgehender Strich in der Box eingezeichnet. Dieser Strich ist der mittlere Wert der Verteilung und teilt das gesamte Diagramm in zwei Hälften, in denen jeweils 50 % der Daten liegen. Die Länge der Antennen entspricht maximal dem 1,5-Fachen der Boxlänge. Dabei endet die Antenne jedoch nicht genau nach dieser Länge, sondern bei dem Wert aus den Daten, der noch innerhalb dieser Grenze liegt. Dies ist auch der Grund, warum die Antennen nicht auf beiden Seiten gleich lang sein müssen.

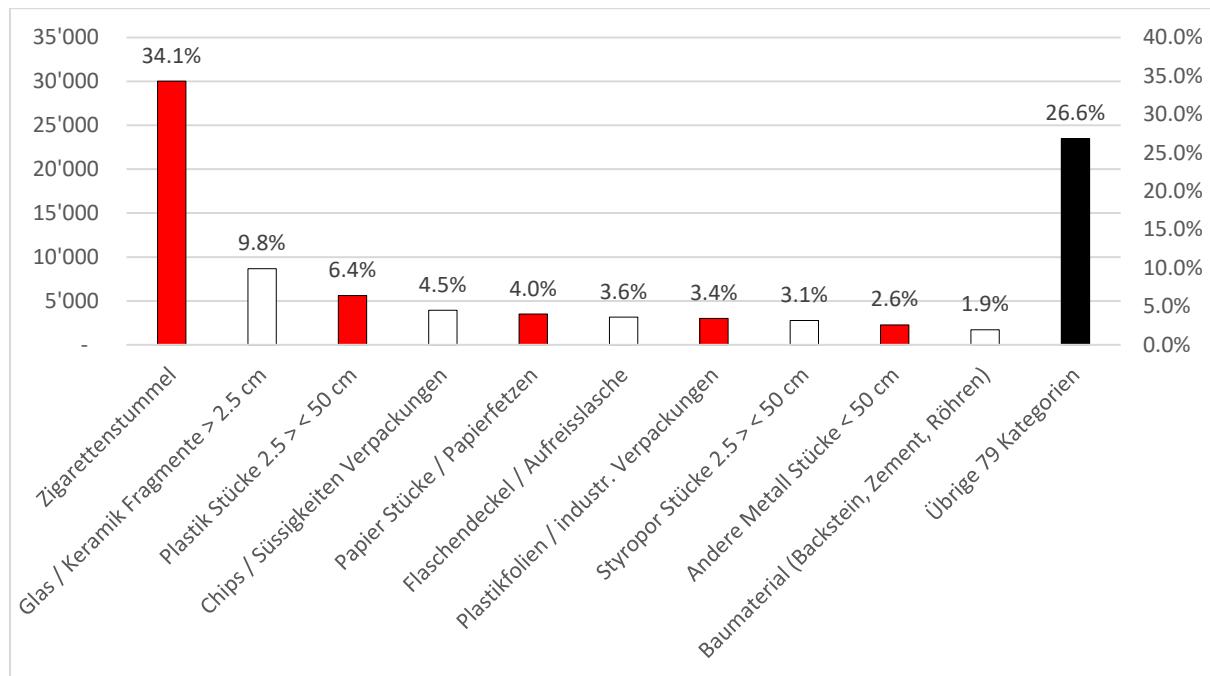
als in den anderen Jahreszeiten. Dies betrifft aber nur einen Teil der Standorte, weil der Median relativ tief in der Box liegt.

4.4 Zusammensetzung des Abfalls

Neben der Aussage über die Abfalldichten ist die Zusammensetzung des gefundenen Abfalls eine der bedeutendsten Merkmale des Swiss Litter Reports.

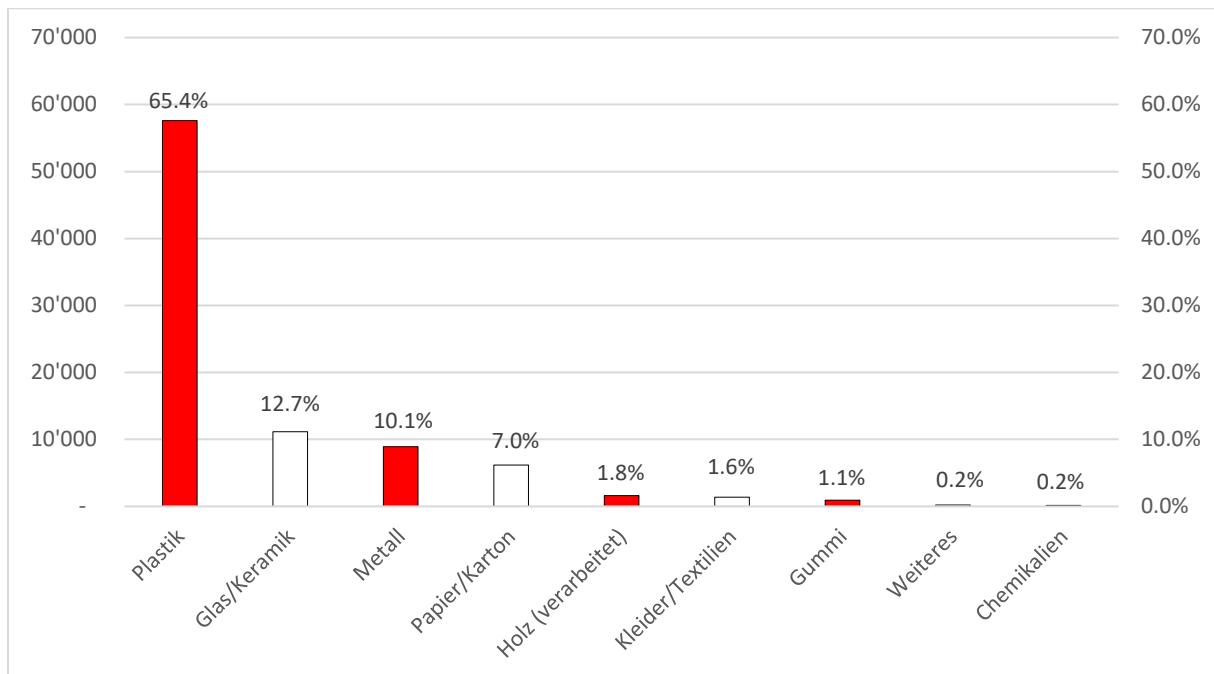
Häufigkeiten Top 10 Abfallkategorien und Materialien

Abbildung 17: Häufigkeiten Top 10 Abfallkategorien: absolut und in Prozent



Die Zigarettenstummel führen die Rangliste der Top 10 Abfallkategorien mit 34.1% oder absolut mit 30'032 sehr deutlich an. Es folgen Glas- und Keramik-Fragmente und dies obwohl eine zerschlagene Glasflasche als eine einzige Glasflasche kategorisiert wird und nicht jede Scherbe einzeln. Plastik-Stücke, deren Ursprungsgegenstand nicht klar erkennbar ist, sind die dritt-häufigste Kategorie. Es folgen Verpackungen von Chips und Süßigkeiten. Danach kommen Papier-Stücke, Flaschendeckel aus Metall sowie Plastikfolien und industrielle Verpackungen. Styropor-Stücke, Andere Metall-Stücke und Baumaterialen sind die letzten Kategorien der Top 10. Die übrigen 79 erhobenen Abfallkategorien machen noch 26.6% der gefundenen Abfallgegenstände aus. Bemerkenswert ist auch die Tatsache, dass alle 89 Abfallkategorien gefunden wurden. Die Häufigkeiten sind im Anhang (Tabelle 10) zu finden.

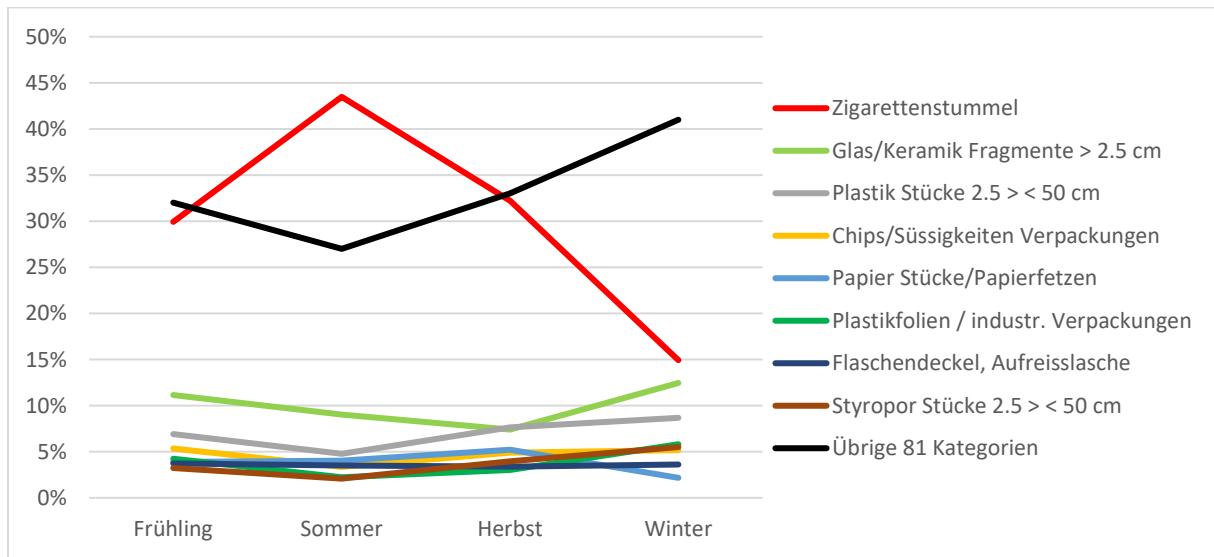
Abbildung 18: Häufigkeiten Materialien: absolut und in Prozent



Fast zwei Drittel aller gefundenen Abfälle bestehen aus Plastik. Zu betonen ist hier, dass die Zigarettenstummel ebenfalls aus einem Kunststoff bestehen und deswegen zum Plastik gezählt werden. Glas/Keramik, Metall und Papier/Karton und die restlichen Materialien machen nur noch einen Bruchteil von Plastik aus.

Top 8 Abfallkategorien für 4 Jahreszeiten

Abbildung 19: Relative Häufigkeiten der Top 8 Abfallkategorien über Jahreszeiten



Die Dominanz der Zigarettenstummel ist mit 43% vor allem im Sommer sehr ausgeprägt, während im Winter nur noch 15% aller Abfallgegenstände zu dieser Kategorie gezählt werden. Die jahreszeitlichen Schwankungen der übrigen Top 8 Kategorien ist dagegen geringer. Nur im Herbst verdrängen die Plastik-Stücke die Glas- und Keramik-Fragmente vom zweiten Platz. Die übrigen 81 Kategorien machen im Winter mit 41 % klar den grössten Anteil aus, was bedeutet, dass die Abfälle diverser sind.

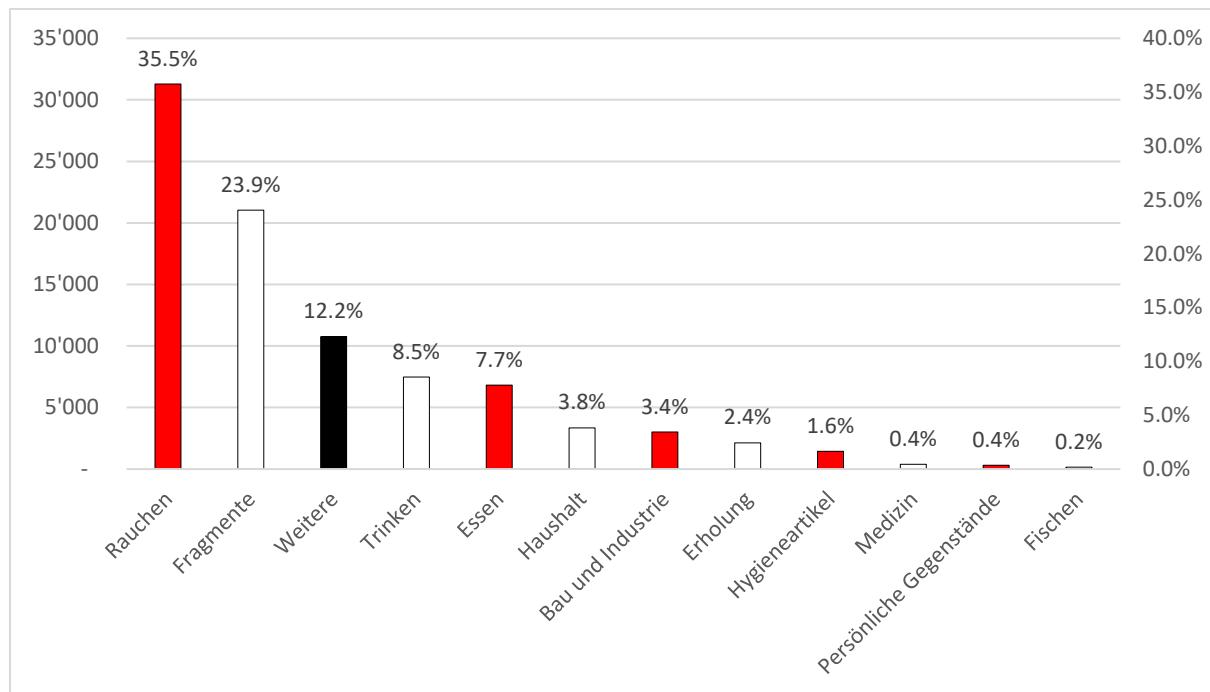
Tabelle 5: Relative Häufigkeiten der Top 8 Abfallkategorien über Jahreszeiten

Top 8 Abfallkategorien	Frühling	Sommer	Herbst	Winter
Zigarettenstummel	30%	43%	32%	15%
Glas / Keramik Fragmente > 2.5 cm	11%	9%	7%	12%
Plastik Stücke 2.5 > < 50 cm	7%	5%	8%	9%
Chips / Süßigkeiten Verpackungen	5%	3%	5%	5%
Papier-Stücke / Papierfetzen	4%	4%	5%	2%
Plastikfolien und indust. Verpackungen	4%	2%	3%	6%
Flaschendeckel, Aufreisslasche	4%	4%	3%	4%
Styropor Stücke 2.5 > < 50 cm	3%	2%	4%	6%
Übrige 81 Kategorien	32%	27%	33%	41%

Abfallquellen

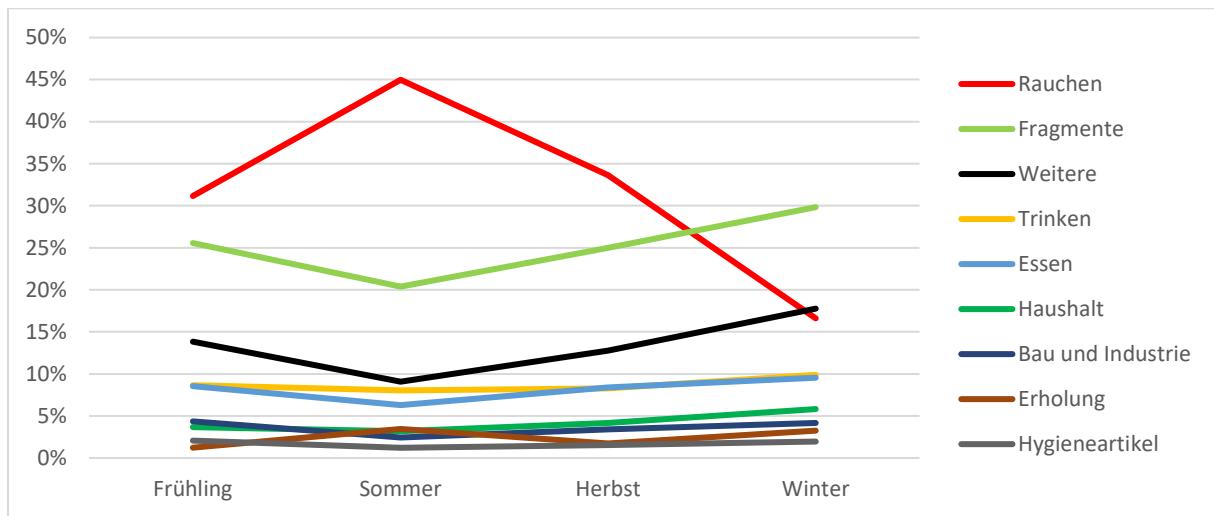
Jede der 89 Abfallkategorien wurde einer Quelle zugeordnet, um Aussagen über die Herkunft der Abfälle zu machen. Diese Zuordnung ist in Anhang (Tabelle 10) zu finden.

Abbildung 20: Quellen der Abfälle



Aufgrund der hohen Anzahl Zigarettenstummel ist es nicht verwunderlich, dass ganze 35.5% der Abfälle dem Rauchen zugeordnet werden können. Des Weiteren werden auch Feuerzeuge oder Zigarettenverpackungen dazu gezählt. Fragmente von verschiedenen Materialien, die jeweils keiner Abfallkategorie zugeordnet werden können, machen die zweit-häufigste Kategorie aus (23.9 %). Knapp vor den zum Essen gehörenden Abfällen (Fastfood-Behälter, Chips- / Süßigkeiten-Verpackungen, Lolli-Sticks etc.) kommen die zum Trinken gehörenden Abfälle (Plastikflaschen, Flaschendeckel (Metall), Glasflaschen etc.).

Abbildung 21: Relative Häufigkeit der Abfallquellen über Jahreszeiten



Wie Abbildung 21 und Tabelle 7 ersichtlich nehmen die zum Rauchen gehörenden Abfälle im Winter deutlich ab und die Fragmente entsprechend zu. Relativ gesehen nehmen aber auch alle anderen Abfallquellen im Winter zu, was jedoch nicht für die absolute Anzahl gefundener Abfallgegenstände gilt.

Tabelle 6: Relative Häufigkeit der Abfallquellen über Jahreszeiten

Quellen	Frühling	Sommer	Herbst	Winter
Rauchen	31%	45%	34%	17%
Fragmente	26%	20%	25%	30%
Weitere	14%	9%	13%	18%
Trinken	9%	8%	8%	10%
Essen	9%	6%	8%	10%
Haushalt	4%	3%	4%	6%
Bau und Industrie	4%	2%	3%	4%
Erholung	1%	3%	2%	3%
Hygieneartikel	2%	1%	2%	2%

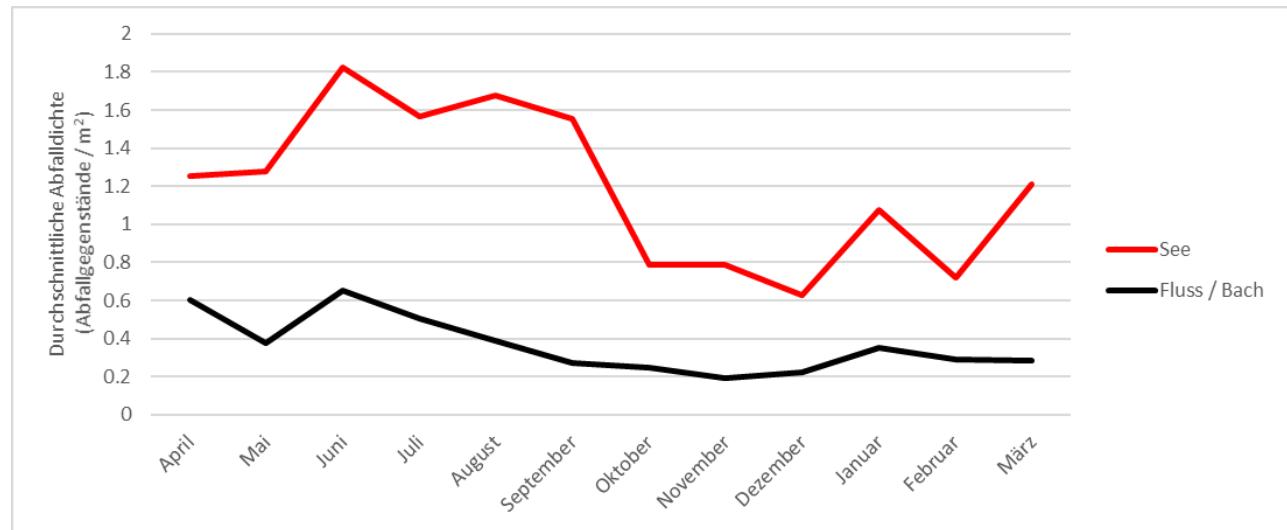
Ausserdem können die Abfälle bezüglich ihrer Herkunft danach unterteilt werden, ob sie entweder vom Gewässer ans Ufer angeschwemmt wurden oder aus lokalem Littering herrühren. Gemäss Einschätzungen der Freiwilligen stammen nach dieser Unterscheidung durchschnittlich 71% aller Abfälle aus Littering vor Ort, während 29% der Abfallgegenstände angeschwemmt wurden.

4.5 Vergleich von Einflussfaktoren

Von den meisten Standorten liegt eine ausgefüllte Umfrage über die Gegebenheiten und Aktivitäten rund um die Erhebungsfläche vor.

Gewässer

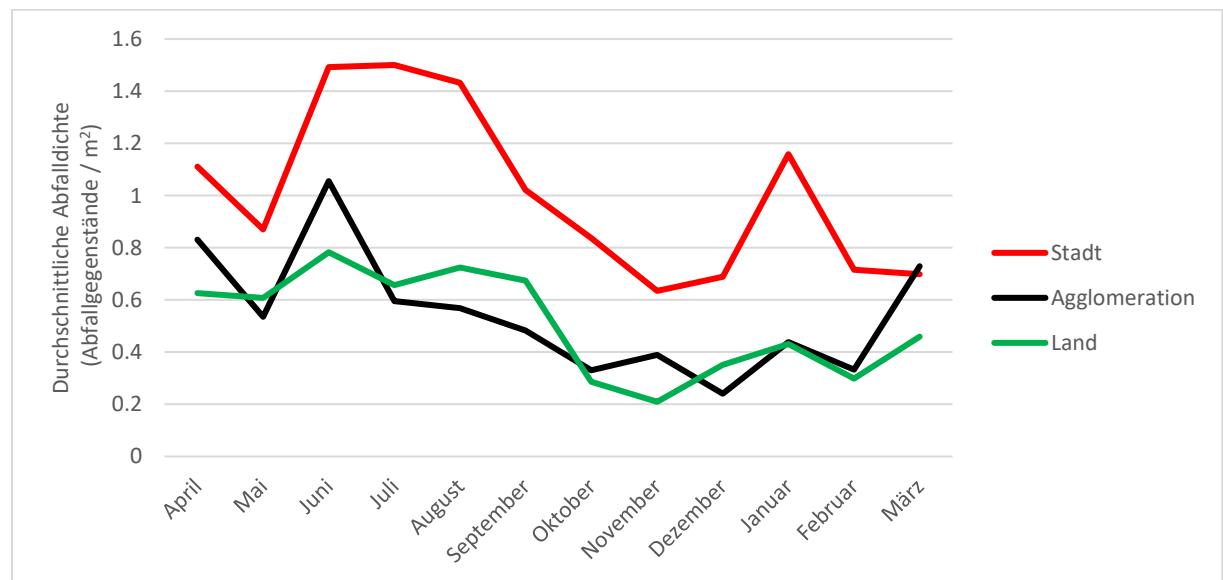
Abbildung 22: Durchschnittliche Abfalldichte nach Gewässer April 2017 – März 2018



An See-Standorten konnte in jedem Monat eine höhere Abfalldichte (1.23 Abfallgegenstände pro m²) festgestellt werden, als an Flüssen und Bächen (0.38). Besonders gross ist der Unterschied von Juni bis September. Das Phänomen kann sicher teilweise dadurch erklärt werden, dass die Standorte an den Seen häufiger besucht werden.

Land / Stadt / Agglomeration

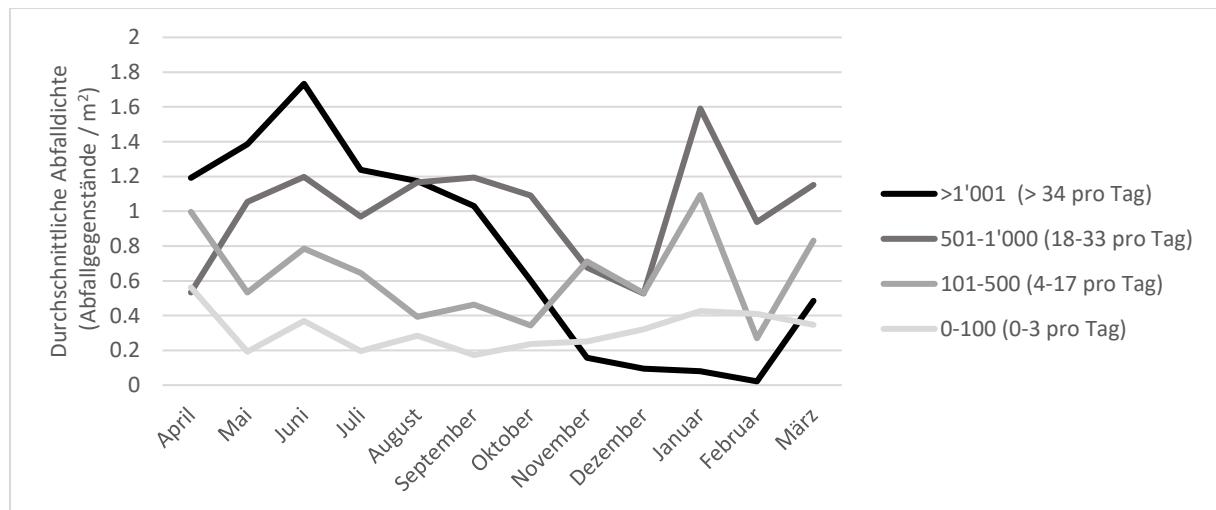
Abbildung 23: Durchschnittliche Abfalldichte nach Gebiet April 2017 – März 2018



In der Abbildung 23 ist gut zu erkennen, dass an den Standorten in Städten (1.03 Abfallgegenstände pro m²) deutlich höhere Abfalldichten vorkommen als auf dem Land (0.53) und in der Agglomeration (0.56). Interessant ist ausserdem, dass die drei Sommermonate besonders in der Stadt herausragen. In der Agglomeration ist dies nur im Juni der Fall und auf dem Land sind von April bis September ähnlich hohe Abfalldichten zu verzeichnen. Wie schon oben beschrieben, ist der Anstieg im Januar durch die drei Stürme Burglind, Evi und Friederike und auf die erhöhte Abfallmenge nach Silvester zu erklären.

Besucherzahlen

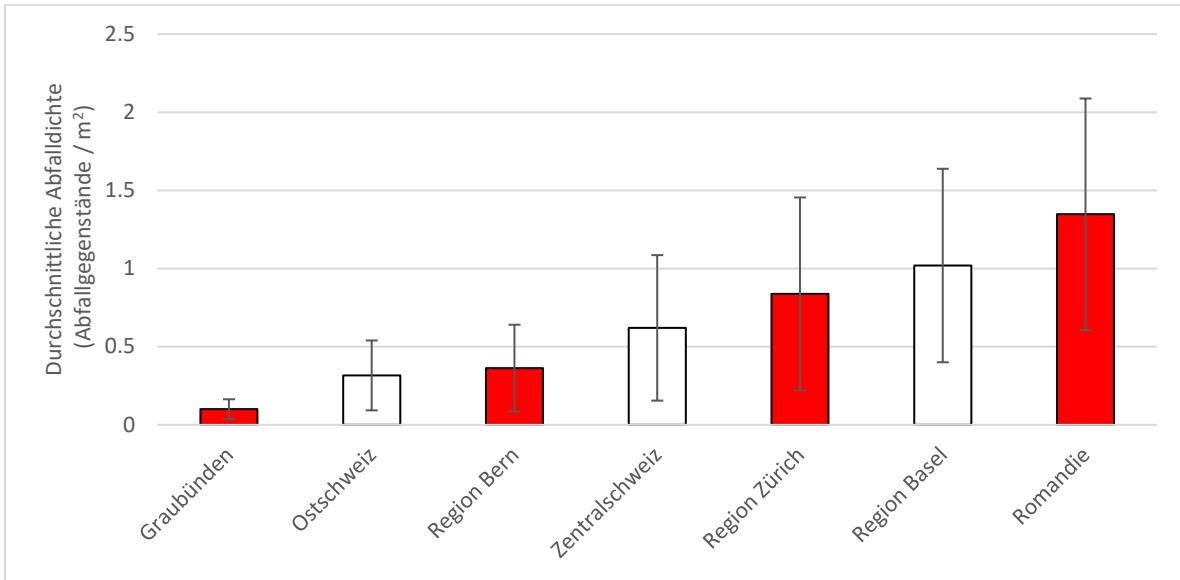
Abbildung 24: Durchschnittliche Abfalldichte nach geschätzter Besucheranzahl pro Monat



Die Besucheranzahl am Standort wurde von den Freiwilligen für jeden Monat geschätzt. Grundsätzlich korreliert die durchschnittliche Abfalldichte erwartungsgemäss gut mit der geschätzten Besucheranzahl. Nur von November bis März ist die Abfalldichte für die Standorte mit mehr als 1'001 Besuchern sehr tief. Dazu muss jedoch gesagt werden, dass für diese Monate jeweils nur zwei oder drei Beobachtungen vorhanden sind, was die Aussagekraft stark reduziert.

Region

Abbildung 25: Durchschnittliche Abfallmenge nach Region (inkl. Standardabweichung)



Besonders brisant ist ein Vergleich der schweizerischen Regionen. Hier zeigt sich, dass die Standorte in der Romandie die höchste durchschnittliche Abfalldichte haben, wobei vor allem ein einzelner Standort bei Lausanne hohe Werte aufweist. Die Region Graubünden hat mit seinen drei Standorten klar die geringste Abfalldichte. Bei beiden erwähnten Regionen muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass die Anzahl Erhebungen klar geringer ist als in den anderen Regionen (Tabelle 7), was sie anfälliger auf Ausreisser macht. Des Weiteren sind die Standardabweichungen generell ziemlich hoch.

Tabelle 7: Durchschnittliche Abfallmenge nach Region

Region	Durchschn. Abfalldichte (Abfallgegenstand / m ²)	Standard- abweichung	Anzahl Erhebungen
Graubünden	0.10	0.13	26
Ostschweiz	0.32	0.45	149
Region Bern	0.36	0.55	142
Zentralschweiz	0.62	0.93	101
Region Zürich	0.84	1.23	366
Region Basel	1.02	1.24	75
Romandie	1.35	1.48	40
Total	0.67	1.05	899

4.6 Kommunikation und Sensibilisierung

Eines der Ziele des Swiss Litter Reports ist es, auf die zunehmende Umweltverschmutzung durch Plastik in der Schweiz aufmerksam zu machen und zuverlässige Daten zur Problematik zu generieren für eine nachvollziehbare und überzeugende Kommunikation. Hierzu hat STOPPP folgende Kommunikationsmassnahmen ausgearbeitet und durchgeführt:

1. Starke Medienpräsenz: Der SLR wurde den Medien anhand regelmässiger Medienmitteilungen bekannt gemacht. Eine fachkundige Beantwortung von Medienanfragen durch das Kernteam sowie Vermittlung von freiwilligen Citizen Scientists für Interviews und TV-Filmaufnahmen halfen, das Thema Plastikverschmutzung weiter in den nationalen und lokalen Medien zu verbreiten. News und Informationen zum SLR wurden bis zur Publikation des Reports am 28. Juni 2018 in über **50 Medien** publiziert, womit eine breite Öffentlichkeit erreicht wurde. Beiträge erschienen unter anderem in SRF Einstein, SRF Tagesschau, TeleZ, NZZ, Tagesanzeiger, Aargauer Zeitung, Zürichsee Zeitung, Sonntagszeitung, Radio Argovia, Radio BEO, 20minuten, Watson, Swissinfo, etc.
2. Austausch mit Fachpublikum und Interessensgruppen: Das Citizen Science Projekt wurde vielen interessierten Gesellschaften und Organisationen vorgestellt. Unter anderem bei der Europäischen Umweltagentur in Kopenhagen, im Haus der Akademien in Bern, bei einer Citizen Science Tagung der Schweizerischen Gesellschaft für Hydrologie und Limnologie in Zürich, im Hackuarium in Lausanne, am Nebenrolle Natur Filmfestival Zürich, an Patagonia-Filmabenden, am WWF-Tag, am No Plastic Day in Basel, in der Comedyshow The Hungerbühler Games, etc.
3. Studiendesign als Citizen Science Projekt: Eine Citizen Science Studie geht einem genuinen Interesse von Bürgern nach, die einen Sachverhalt wissenschaftlich erforschen und klären möchten. Der SLR hat mit Hilfe von speziell ausgebildeten unbezahlten Bürgern, einen Sachverhalt nach international anerkannten wissenschaftlichen Standards (vgl. Kapitel 3 Methode) geklärt, der im öffentlichen Interesse steht, nämlich, die Erforschung der aktuellen Situation der Plastikverschmutzung an Schweizer Gewässern. Der SLR kann demnach als „wissenschaftliche Studie nach anerkannten Standards im Interesse der Öffentlichkeit“ kommuniziert werden.
4. Rekrutieren einer grossen Anzahl von Freiwilligen: Dank der Ausschreibung des SLR-Projekts über die WWF-Freiwilligennetzwerke konnten zahlreiche engagierte Bürger angesprochen werden, die sich für die Problematik des Litterings und der Plastikverschmutzung interessieren. An fünf Einführungsveranstaltungen für angehende Citizen Scientists wurden die Freiwilligen über den Forschungsgegenstand und die Methoden aufgeklärt. Viele haben sich danach für die Teilnahme am Projekt angemeldet und setzen sich auch nach dem Abschluss des SLR für die Sauberhaltung ihrer Standorte ein.
5. Einbindung der Öffentlichkeit und Visualisierung: Über die Cleanups und Datensammlungen im Rahmen des SLR konnte die Problematik in das Umfeld der Bürger getragen werden. Viele der SLR Citizen Scientists waren in Gruppen unterwegs, wurden bei der Arbeit gesehen und zu ihrer Tätigkeit befragt. So konnte die Problematik der Plastikverschmutzung durch die regelmässigen Erhebungen an öffentlichen Stränden viel Aufmerksamkeit bei der Bevölkerung erregen. Viele Freiwilligen engagierten sich besonders, so pflegten sie zum Beispiel Kontakte zu Gemeindestellen oder organisierten eigene Vorträge. Ebenso wurden für interessierte Gruppen im Rahmen der SLR-Sammlungen einzelne Cleanups ausserhalb der SLR Standorte organisiert, wie zum Beispiel Cleanups mit der GEMS School in Etoy oder Walk2Clean in Schaffhausen. Diese Abfälle wurden nicht in die Studie miteinbezogen, jedoch korrekt entsorgt.

6. Erweiterung des Publikums und Sensibilisierung von Menschen, denen das Problem nicht bewusst ist: Mit der Vorführung des Films „A Plastic Ocean“ von Craig Leeson als Schweizer Premiere am 21. April 2017 an der Zürcher Hochschule der Künste mit anschliessender Diskussion und begleitenden Sensibilisierungsmassnahmen konnten sehr viele junge, auch themenfremde, Menschen erreicht werden.
7. Informierung der betroffenen Gemeinden: Die STOPPP Kommunikation plant nach der Veröffentlichung des SLR, die Gemeinden anzuschreiben in denen SLR Standorte zu finden sind. In persönlichen Gesprächen mit STOPPP sollen aufgrund der publizierten Daten griffige Massnahmen zur Reduktion von Littering und Plastikverschmutzung ausgearbeitet werden.
8. Strahlkraft über die Landesgrenzen hinaus: Der Swiss Litter Report wurde in Kopenhagen bei der Europäischen Umweltagentur im Rahmen einer Konferenz vorgestellt. Ausserdem hat Oekopol GmbH - Institut für Ökologie und Politik das Studiendesign des Swiss Litter Reports als Vorlage benutzt um an einer Ausschreibung des Deutschen Umwelt Bundesamts teilzunehmen.
9. Crowdfunding: Zum Start des Swiss Litter Reports im April 2017 wurde ein Crowdfunding auf der Plattform 100-Days ausgeschrieben, das zusätzliches Publikum auf den SLR aufmerksam gemacht hat.
10. Soziale Medien: Alle Posts zum Projekt über Facebook, Instagram oder Twitter liefen über die STOPPP-Accounts, was dem Verein grosse Aufmerksamkeit brachte (<https://www.facebook.com/stoppporg>, https://www.instagram.com/stoppp_org/, https://twitter.com/STOPPP_org)
11. SLR Community-Seite auf Facebook: Hier konnten sich insbesondere die freiwilligen Citizen Scientists zu ihren Erfahrungen und Fragen austauschen sowie interessante Bilder und Geschichten teilen.
12. Webseite: Die Webseite www.stoppp.org erhielt eine Unterseite zum SLR <http://stoppp.org/swiss-litter-report>, auf der monatlich die neuen Resultate und Auswertungen zur Studie publiziert wurden.
13. Kommunikation Intern: Ein bis zweimal monatlich meldete sich der Projektleiter über Mails intern bei den Freiwilligen um die neusten Resultate zu kommunizieren, um methodische Fragen zu erläutern und um die Freiwilligen für ihre Arbeit zu motivieren. Ebenso meldete sich STOPPP mit Zwischenberichten und News zum Stand der Bekanntheit des SLR.

Eine **interaktive online Datendarstellung** wurde von unserem Projektpartner Hammerdirt entwickelt und ist unter folgendem Link zu finden:

<http://mwshovel.pythonanywhere.com/dirt/slri.html>

5. Diskussion

Zwischen April 2017 und März 2018 wurden für den Swiss Litter Report 1'052 Erhebungen an 112 Standorten durchgeführt. Mehr als 150 Freiwillige sammelten und kategorisierten ein ganzes Jahr lang Abfälle an den wichtigsten Flüssen und Seen der Schweiz. Damit ist der Swiss Litter Report eines der umfassendsten Citizen Science Projekte zu dieser Thematik weltweit und gibt erstmals einen flächendeckenden Einblick in das Abfallaufkommen an schweizerischen Gewässerufern. Neben dem Abfallaufkommen konnte auch die räumliche und zeitliche Verteilung von verschiedenen Abfallkategorien aufgezeigt werden. Außerdem wurden mit dem Projekt mindestens 95'971 Abfallgegenstände entsorgt und auf die Abfallproblematik an unseren Gewässern aufmerksam gemacht.

5.1 Ausmass des Abfallaufkommens

Die Schweiz hat den Ruf ein sehr sauberes Land zu sein, doch weiss man effektiv sehr wenig über das Ausmass der Verschmutzung durch Plastik und anderen Abfällen an Gewässern. In dieser Pionierarbeit konnte eine durchschnittliche Abfalldichte von 0.67 Abfallgegenständen pro m² festgestellt werden (ohne 12 extreme Werte). Diese variiert von 0.47 im Winter zu 0.91 im Sommer und von 0.38 an Flussufern zu 1.23 an Seeufern. Der Median der Abfalldichte beträgt 0.24 Abfallgegenstände pro m².

Tabelle 8: Vergleich der Abfalldichten mit anderen Studien

Gewässer, Land	Durchschn. Abfalldichte (Abfallgegenstand / m ²)	Median Abfalldichte (Abfallgegenstand / m ²)	Studie
Swiss Litter Report	Fluss: 0.38 / See: 1.23 Total: 0.67	Fluss: 0.15 / See: 0.66 Total: 0.24	
Adour (Fluss), Frankreich	0.05	-	Bruge et al. 2018
4 Flüsse, Chile	-	0.14 – 3.42	Rech et al. 2015
Literaturübersicht, Meeresstrände weltweit	0.1 – 15.3	-	Schüttelpelz 2014

Ein Vergleich mit anderen Studien ist schwierig. Einerseits gibt es nur sehr wenige Studien, die Abfalldichten an Flüssen oder Seen ausweisen und andererseits unterscheiden sich die Studiendesigns stark. Zum Beispiel unterscheiden sich die Abfalldefinitionen je nach Studie und es werden unterschiedliche Einheiten für die Abfalldichten verwendet. So ist auch die Angabe in Abfallgegenstand pro Uferlänge (m) häufig. Beim Swiss Litter Report wurde entschieden, mit Quadratmetern zu arbeiten, da die Uferbreiten von Standort zu Standort stark unterschiedlich sein können. Trotzdem zeigt Tabelle 8, dass sich die Ergebnisse des Swiss Litter Reports im gleichen Spektrum befinden wie vergleichbare Studien über Flüsse in Frankreich und Chile. Demnach sind die Ufer an den schweizerischen Flüssen mehr als 7mal verschmutzter als das Adour Einzugsgebiet in Frankreich, liegen aber im Vergleich zu vier chilenischen Flüssen im unteren Bereich. An weltweiten Meeresstränden wurden schon Abfalldichten in einem grossen Spektrum gemessen. Gemäss einer Literaturübersicht von 0.1 im Grossraum von Sydney bis zu 15.3 Abfallgegenstände pro m² auf einer Insel in Papua-Neuguinea (Schüttelpelz, 2014). Die meisten hierbei berücksichtigen Studien weisen jedoch Abfalldichten tiefer als ein Abfallgegenstand pro m² auf.

Die Vielfalt an verschiedenen Standorten im Swiss Litter Report zeigt gut auf, dass es je nach Standortcharakteristik sehr grosse Unterschiede in der Abfalldichte gibt. So wurde zum Beispiel eine

deutlich höhere Abfalldichte an Seeufern festgestellt als bei Flussufern. Des Weiteren wurde in städtischen Gebieten klar mehr Abfall gefunden als in ländlichen oder in der Agglomeration. Ein wichtiger Einflussfaktor dürfte bei all diesen Beobachtungen die Besucheranzahl sein, im Sinne von je mehr Besucher, desto mehr Abfall. In der Romandie und in der Region Basel wurde am meisten Abfall gefunden. Aufgrund der sehr unterschiedlich grossen Anzahl Erhebungen ist ein Vergleich der Regionen aber mit Vorsicht zu geniessen.

Der jahreszeitliche Verlauf der Abfalldichten entspricht den Erwartungen, wonach im Sommer gut doppelt so viel Abfall gefunden wurde wie im Winter. Besonders im Sommer ist die Streuung der Abfalldichten aber besonders gross, weil die Abfalldichte nicht an allen Standorten deutlich zunahm.

5.2 Zusammensetzung des Abfalls

Einzigartig am Swiss Litter Report ist die Kategorisierung aller gefundenen Abfallgegenstände. Dieses akribische Vorgehen hat aufgezeigt, dass die Zigarettenstummel über ein Drittel aller Abfallgegenstände ausmachen und damit anzahlmässig die klar häufigste Abfallkategorie sind. Diese Dominanz ist nur im Winter nicht ganz so klar. Generell kann im Winter von einer diverseren Abfallzusammensetzung gesprochen werden, weil der relative Anteil aller anderen Abfallkategorien zunimmt. Da Zigarettenstummel aus Celluloseacetat bestehen, das zu den Kunststoffen gezählt wird, wurde das Material Plastik auch klar am meisten gefunden. Ebenfalls aufgrund der Vielzahl an Zigarettenstummeln sind Abfälle, die dem Rauchen zugeordnet werden können, die häufigste Abfallquelle. Nur im Winter machen nicht kategorisierbare Fragmente aus Glas, Plastik und Papier die häufigste Abfallquelle aus. Weiter sind über das ganze Jahr auch zum Trinken und Essen gehörende Abfälle regelmässig auffindbar.

Tabelle 9: Vergleich Anteil häufigster Abfallkategorien: Swiss Litter Report und Marine Litter Watch (Europa)

Abfallkategorie Top10 SLR/MLW	Swiss Litter Report	Marine Litter Watch ⁹
Zigarettenstummel	34%	16%
Glas / Keramik Fragmente > 2.5 cm	10%	4%
Plastik Stücke 2.5 > < 50 cm	6%	8%
Chips / Süßigkeiten Verpackungen	4%	4%
Papier Stücke / Papierfetzen	4%	<1%
Flaschendeckel / Aufreisslasche	4%	<1%
Plastikfolien und industrielle Verpackungen	3%	<1%
Styropor Stücke 2.5 > < 50 cm	3%	5%
Andere Metall Stücke < 50 cm	3%	<1%
Baumaterial (Backstein, Zement, Röhren)	2%	<1%
Wattestäbchen	0.8%	5%
Plastikdeckel Trinkflaschen	0.8%	6%
Plastiksäcke	0.6%	4%
Schnüre und Fäden (< 1 cm Durchmesser)	0.5%	4%

Mit der Marine Litter Watch Applikation wurden zwischen 2013 und 2018 schon 991 Erhebungen in ganz Europa, hauptsächlich an Meerestränden, durchgeführt (ohne Swiss Litter Report). Dabei wurden 660'813 Abfallgegenstände kategorisiert. Wie beim Swiss Litter Report sind die

⁹ <https://www.eea.europa.eu/themes/water/europe-seas-and-coasts/assessments/marine-litterwatch/data-and-results/marine-litterwatch-data-viewer-1> (Zugriff: 31.5.2018)

Zigarettenstummel auch hier die häufigste Abfallkategorie, wenn auch mit 16% weniger deutlich (Tabelle 9). Auch die Plastik-Stücke sind oft an den europäischen Stränden zu finden. Dagegen ist in den Marine Litter Watch Erhebungen der Anteil an Glas- und Keramik-Fragmenten deutlich kleiner und dafür die Wattestäbchen, Plastikdeckel von Trinkflaschen, Plastiksäcke sowie Schnüre und Fäden grösser.

Bei Betrachtung der am häufigsten gefundenen Abfallkategorien vom Swiss Litter Report fällt auf, dass besonders Abfallkategorien mit physisch kleinen Abfällen weit vorne liegen. Dies sind Zigarettenstummel, Glas- und Keramik-Fragmente, Plastik- und Styropor-Stücke, Süßigkeiten-Verpackungen, Flaschendeckel aus Metall, Aufreisslaschen von Aludosen, Wattestäbchen, Plastikdeckel von Trinkflaschen und Lolli-Sticks. Dies lässt vermuten, dass die grösseren Abfallgegenstände wie Plastiksäcke oder Fastfood-Behälter entweder von der kommunalen Reinigung besser erfasst werden oder weniger weggeworfen werden. Im Umkehrschluss kann aber vor allem daraus geschlossen werden, dass die kommunalen Reinigungspersonen nicht die Kapazitäten besitzen all die kleinen Abfallgegenstände einzusammeln und die Leute weniger Hemmungen haben, kleine sowie weniger sichtbare Gegenstände, wegzwerfen. Gerade bei den Zigarettenstummeln scheint noch kein Druck durch einen sozialen Sanktionsmechanismus zu bestehen, der die Leute dazu bringt, diese nicht in der Umwelt zu entsorgen.

5.3 Methodische Reflexionen

Citizen Science Ansatz

Es kann festgehalten werden, dass sich der Citizen Science Ansatz für dieses Projekt sehr bewährt hat. Nur durch den Einbezug von vielen motivierten Freiwilligen und deren ausserordentlichen Leistungen war es möglich, diese enorm grosse Datenmenge zu generieren. Gross war jedoch auch der koordinative Aufwand für die Leitung des Projektes. Dies betrifft vor allem die Betreuung einer grossen Anzahl Freiwilligen, besonders im Umgang mit einer Smartphone-Applikation, sowie das Eintreiben fehlender Daten, wie etwa die monatlich erhobene Fläche oder die Umfrage zum Standort. Ein weiterer Nachteil sind die interindividuellen Unterschiede in der Umsetzung der Erhebungen, zum Beispiel in der Kategorisierung von Abfällen. Ausserdem sind die Möglichkeit der Datenväldierung für die Projektleitung sehr begrenzt. Nichtdestotrotz liegt im Einsatz von Freiwilligen in Kombination mit neuen Technologien sehr grosses Potential für grossflächige Datenerhebungen. Die grossen Datenmengen besitzen, trotz möglichen Ungenauigkeiten, eine hohe Aussagekraft.

Interpretation des Datensatzes

Die Resultate des Swiss Litter Reports zeigen die Abfallsituation an natürlichen Ufern auf. Davon kann nicht direkt abgeleitet werden, wie viele Abfälle sich in den Gewässern selber befinden. Es kann aber behauptet werden, dass alle gefundenen Abfallgegenstände potentiell gefährdet sind, bei einem Hochwasser oder durch den Wind ins Gewässer zu gelangen. Der Anteil an Abfällen der bereits aus dem Wasser angeschwemmt wurde, liegt gemäss einer Einschätzung der Freiwilligen und einer darauf beruhenden Hochrechnung bei 29%.

Die Standorte vom Swiss Litter Report sind sehr heterogen, das heisst, einige sind stark verschmutzt, andere sehr wenig. Das ist nicht überraschend, zumal der Swiss Litter Report sehr unterschiedliche Uferbereiche abdeckt (Seeufer in der Stadt Zürich im Vergleich zum Inn in Graubünden). Bei der Verwendung von Mittelwerten muss man sich dieser Tatsache bewusst sein. Ausserdem sind die

gewählten Standorte in vielen Fällen keine durchschnittlichen Uferbereiche, sondern spezielle Plätze, wo sich auch viele Leute aufhalten. Dies ist auch bedingt durch die Tatsache, dass nur natürliche Uferbereiche untersucht wurden, die im Gegensatz zu den vielen verbauten Ufern attraktiver für Erholungssuchende sind. Leider spielt auch der Faktor der kommunalen Reinigungen in die Datenerhebung, da die meisten Ufer in der Schweiz von Zeit zu Zeit gereinigt werden. Es kann also nicht ausgeschlossen werden, dass einzelne Erhebungen direkt vor oder nach einer kommunalen Reinigung stattgefunden haben. Trotz diesen Einschränkungen wurde eine schweizweite Hochrechnung der Plastikabfälle gewagt, die jedoch aufgrund der sehr vereinfachenden Annahmen nur im Anhang und nicht im Hauptreport zu finden ist.

6. Konklusion

Dank den grossen Anstrengungen von vielen Freiwilligen bringt der Swiss Litter Report zum ersten Mal Licht in die Abfallsituation an den Ufern von schweizerischen Gewässern. Die teilweise sehr hohen Abfallmengen und auch ein internationaler Vergleich der Abfalldichten erschüttern den Mythos der sauberen Schweiz stark und deuten auf ein Umweltproblem in der Schweiz hin. Unbestreitbar ist auch die Tatsache, dass alle gefundenen Abfälle ihre Herkunft in der Schweiz haben. Obwohl die Erhebungsflächen jeden Monat sauber bis zum kleinsten Detail gereinigt wurden, sammelten sich Monat für Monat an jedem Standort immer wieder von neuem Abfälle an.

Besonders die Omnipräsenz der sehr häufig gefundenen Zigarettenstummel ist bedenklich. Denn die aus Celluloseacetat bestehenden Filter sind nicht biologisch abbaubar und können bis zu 4'000 Chemikalien in die Umwelt eintragen (Slaughter et al., 2011). Bis zu 50% des im Zigarettenrauch enthaltenen Teers können durch die Filter zurückgehalten werden. In den Filtern sammeln sich also krebserzeugende und giftige Substanzen in hoher Konzentration an. Dazu gehören Nikotin, Arsen und Schwermetalle wie Blei, Cadmium, Chrom und Kupfer. Folglich kann schon ein Zigarettenstummel pro Liter Wasser die Hälfte aller Fische abtöten (Slaughter et al., 2011). Für kleinere Wasserorganismen, wie Bachflohkrebs, dürften schon bedeutend geringere Konzentrationen für einen tödlichen Effekt reichen.

Generell wurden vor allem Abfallkategorien mit physisch kleinen Gegenständen (Zigarettenstummel, Glas- und Keramik-Fragmente, Plastik- und Styropor-Stücke, Süßigkeiten-Verpackungen, Flaschendeckel aus Metall, Aufreisslaschen von Aludosen, Wattestäbchen, Plastikdeckel von Trinkflaschen und Lolli-Sticks) besonders häufig gefunden. Diese werden wohl von den Leuten achtlos weggeworfen und es ist gut vorstellbar, dass kommunale Reinigungspersonen nicht die Kapazitäten besitzen, all diese kleinen Abfallgegenstände aufzulesen. Gemäss einer BAFU Studie aus dem Jahr 2011 belaufen sich die Littering-bedingten Reinigungskosten im öffentlichen Raum bereits jetzt auf über 200 Millionen Franken pro Jahr (BAFU, 2011). Nicht vorzustellen was die Beseitigung aller Zigarettenstummel noch zusätzlich kosten würde.

Alle gefundenen Abfälle befinden sich direkt am Gewässer und sind stark gefährdet, von diesem erfasst zu werden. Sind die Abfälle erst einmal im Gewässer, hindert sie nur wenig daran, irgendwann bis ins Meer weitertransportiert zu werden. Aus der Schweiz, dem Wasserschloss Europas, fliesst der Rhein in die Nordsee, die Rhone ins westliche Mittelmeer, der Tessin in die Adria und der Inn ins Schwarze Meer. In den Meeren und auf der ganzen Reise richten die Abfälle Schäden an Tier und Umwelt an, was besonders bei Plastik ein grosses Problem ist. Über Jahrhunderte nicht abbaubar, akkumuliert immer mehr von diesem Material in den Meeren und der sonstigen Umwelt. Das Problem löst sich also nicht von selber und nur ein schneller Stopp aller Einträge kann als vernünftige Lösung betrachtet werden. Im weltweiten Vergleich sind die Einträge aus der Schweiz sicher ein kleiner Anteil, aber auch der zählt und vor allem sind wir für diesen Anteil verantwortlich und können hier etwas ändern. Schliesslich sollten auch wir in der Schweiz unsere Verantwortung für die Weltmeere tragen.

Die grosse Beteiligung von vielen Freiwilligen an diesem Citizen Science Projekt wie auch die grosse mediale Präsenz und die vielen aktuellen Initiativen verdeutlichen, dass die Schweizer Bevölkerung von der Problematik bewegt ist und diese sehr ernst nimmt. Es bleibt die Empfehlung an alle Entscheidungstragenden der Schweiz, das Problem auch hier anzugehen. Die Bestrebungen der EU können dabei als Vorbild dienen.

7. Impressionen der Erhebungen





8. Literatur

- AWEL (Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft Kanton Zürich) (2016). Mikroplastik in Abwasser und Gewässer. *Aqua & Gas*, 7(8), 78 – 85.
- Andrade, A. L., & Neal, M. A. (2009). Applications and societal benefits of plastics. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 364, 1977–1984.
- Andrade, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1596–1605.
- Avery-Gomm, S., O'Hara, P. D., Kleine, L., Bowes, V., Wilson, L. K., & Barry, K. L. (2012). Northern fulmars as biological monitors of trends of plastic pollution in the eastern North Pacific. *Marine Pollution Bulletin*, 64, 1776–1781.
- Bundesamt für Umwelt (BAFU) (2007). Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer – Äusserer Aspekt. Bern. Bundesamt für Umwelt, 43 S.
- Bundesamt für Umwelt (BAFU) (2011). Littering kostet. Fraktionsspezifische Reinigungskosten durch Littering in der Schweiz. Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1108, 59 S.
- Barnes, D. K. A., Galgani, F., Thompson, R. C., & Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 364, 1985–1998.
- Blarer, P., Burkhardt-Holm, P. (2016). Microplastics affect assimilation efficiency in the freshwater amphipod *Gammarus fossarum*. *Environ Science and Pollution Research*, 23, 23522.
- Browne, M. A., Dissanayake, A., Galloway, T. S., Lowe, D. M., & Thompson, R. C. (2008). Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus edulis* (L.). *Environmental Science & Technology*, 42(13), 5026–31.
- Bruge, A., Barreau, C., Carlot, J., Collin, H., Moreno, C., Maison, P. (2018). Monitoring Litter Inputs from the Adour River (Southwest France) to the Marine Environment. *Marine Science and Engineering*, 6, 24.
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 2588–2597.
- Cole, M., Lindeque, P., Fileman, E., Halsband, C., Goodhead, R., Moger, J., & Galloway, T. S. (2013). Microplastic ingestion by zooplankton. *Environmental Science & Technology*, 47, 6646–6655.
- Faure, F., Demars, C., Wieser, O., Kunz, M., de Alencastro, L.F., (2015). Plastic pollution in Swiss surface waters: nature and concentrations, interaction with pollutants. *Environ. Chem.*, 12, 582.
- Filella, M., and Turner, A. (2018). Observational Study Unveils the Extensive Presence of Hazardous Elements in Beached Plastics from Lake Geneva. *Front. Environ. Sci.*, 6(1).
- Gall, S. C., & Thompson, R. C. (2015). The impact of debris on marine life. *Marine Pollution Bulletin*, 92(1-2), 170–179.

Geyer, R., Jambeck, J. R., Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), e1700782.

Gregory, M. R. (2009). Environmental implications of plastic debris in marine settings - entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 364(1526), 2013–2025.

Hidalgo-Ruz, V., and Thiel, M. (2015). Chapter 16 - The Contribution of Citizen Scientists to the Monitoring of Marine Litter. In: M. Bergmann et al. (Eds.), *Marine Anthropogenic Litter*, 429-447. Springer International Publishing.

Hoarau, L., Ainley, L., Jean, C., & Cicciione, S. (2014). Ingestion and defecation of marine debris by loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, from by-catches in the South-West Indian Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 84(1-2), 90–96.

Ivar do Sul, J. A., & Costa, M. F. (2014). The present and future of microplastic pollution in the marine environment. *Environmental Pollution*, 185, 352–64.

Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrade, A., ... Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768–771.

Karami, A., Golieskardi, A., Choo, C. K., Larat, V., Galloway, T., Salamatinia, B. (2017). The presence of microplastics in commercial salts from different countries. *Scientific Reports*, 1-9.

Koelmans, A. A., Besseling, E., & Foekema, E. M. (2014). Leaching of plastic additives to marine organisms. *Environmental Pollution*, 187, 49–54.

Kosuth, M., Wattenberg, E. V., Mason, S. A., Tyree, C., Morrison, D. (2017). Synthetic polymer contamination in global drinking water. Final Report. https://orbmedia.org/stories/Invisibles_final_report (Zugriff: 16.4.2018)

Lebreton, L. C. M., van der Zwet, J., Damsteeg, J. W., Slat, B., Andrade, A., Reisser, J. (2017). River plastic emissions to the world's oceans. *Nat. Commun.*, 8, 15611.

Lechner, A., Keckeis, H., Lumesberger-Loisl, F., Zens, B., Krusch, R., Tritthart, M., ... Schludermann, E. (2014). The Danube so colourful: A potpourri of plastic litter outnumbers fish larvae in Europe's second largest river. *Environmental Pollution*, 188, 177–181.

Liebezeit, G., & Liebezeit, E. (2013). Non-pollen particulates in honey and sugar. *Food additives & contaminants: Part A*, 30(12), 2136–2140.

Liebezeit, G., & Liebezeit, E. (2014). Synthetic particles as contaminants in German beers. *Food additives & contaminants. Part A*, 31(9), 1574–1578.

Lusher, A. L., Hernandez-milian, G., Brien, J. O., Berrow, S., Connor, I. O., & Of, R. (2015). Microplastic and macroplastic ingestion by a deep diving, oceanic cetacean: The True's beaked whale *Mesoplodon mirus*. *Environmental Pollution*, 199, 185–191.

Mani, T., Hauk, A., Walter, U., Burkhardt-Holm, P. (2015). Microplastics profile along the Rhine River. *Sci. Rep.* 5, 17988.

- Martin, J. M. (2013). Marine debris removal: One year of effort by the Georgia Sea turtle-center marine debris initiative. *Marine Pollution Bulletin*, 74, 165–169.
- Mato, Y., Isobe, T., Takada, H., Kanehiro, H., Ohtake, C., & Kaminuma, T. (2001). Plastic resin pellets as a transport medium for toxic chemicals in the marine environment. *Environmental Science & Technology*, 35(2), 318–324.
- Murray, F., & Cowie, P. R. (2011). Plastic contamination in the decapod crustacean *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758). *Marine Pollution Bulletin*, 62(6), 1207–1217.
- Nelms, S. E., Coombes, C., Foster, L. C., Galloway, T. S., Godley, B. J., Lindeque, P. K., Witt, M. J. (2017). Marine anthropogenic litter on British beaches: A 10-year nationwide assessment using citizen science data. *Science of The Total Environment*, 579, 1399-1409.
- Obbard, R. W., Sadri, S., Wong, Y. Q., Khitun, A. A., Baker, I., & Thompson, R. C. (2014). Global warming releases microplastic legacy frozen in Arctic Sea ice. *Earth's Future*, 2, 315–320.
- PlasticsEurope (2013). *Plastics – the Facts 2013: An analysis of European latest plastics production, demand and waste data*. Brussels.
- PlasticsEurope (2017). *Plastics – the Facts 2017: An analysis of European latest plastics production, demand and waste data*. Brussels.
- Rech, S., Macaya-Caquilpán, V., Pantoja, J. F., Rivadeneira, M. M., Kroeger Campodónico, C., Thiel, M. (2015). Sampling of riverine litter with citizen scientists — findings and recommendations. *Environ Monit Assess*, 82, 187:335.
- Schüttpelz, N. S. (2014): Measuring Marine Litter density, mass and composition – including a case study on land-based litter along the Danube. Master's thesis. Wien. Universität für Bodenkulturen - Institut für Abfallwirtschaft.
- Sigler, M. (2014). The Effects of Plastic Pollution on Aquatic Wildlife: Current Situations and Future Solutions. *Water, Air, & Soil Pollution*, 225(2184).
- Slaughter, E., Gersberg, R., Watanabe, K., Rudolf, J., Novotny, T. E. (2011). Toxicity of cigarette butts, and their chemical components, to marine and freshwater fish, *Atherinops affinis* and *Pimephales promelas*. *Tob Control*, 20(6), 418.
- Teuten, E. L., Rowland, S. J., Galloway, T. S., & Thompson, R. C. (2007). Potential for plastics to transport hydrophobic contaminants. *Environmental Science & Technology*, 41(22), 7759–7764.
- Thompson, R. C., Swan, S. H., Moore, C. J., & vom Saal, F. S. (2009). Our plastic age. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 364(1526), 1973–1976.
- Umweltbundesamt (2017). Kurzübersicht Fakten Meeresmüll deutsche Nord- und Ostsee. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2546/dokumente/uba_factsheet_meeresmuell.pdf (Zugriff: 16.4.2018)
- Van Cauwenbergh, L., & Janssen, C. R. (2014). Microplastics in bivalves cultured for human consumption. *Environmental Pollution*, 193, 65–70.

Von Moos, N., Burkhardt-Holm, P., & Köhler, A. (2012). Uptake and Effects of Microplastics on Cells and Tissue of the Blue Mussel *Mytilus edulis* L. after an Experimental Exposure. *Environmental Science & Technology*, 46, 11327–11335.

Wagner, M., Scherer, C., Alvarez-Muñoz, D., Brennholt, N., Bourrain, X., Buchinger, S., ... Reifferscheid, G. (2014). Microplastics in freshwater ecosystems: what we know and what we need to know. *Environmental Sciences Europe*, 26(12), 1–9.

Wright, S. L., Rowe, D., Thompson, R. C., & Galloway, T. S. (2013). Microplastic ingestion decreases energy reserves in marine worms. *Current Biology*, 23(23), 1031–1033.

Woodall, L. C., Sanchez-vidal, A., Paterson, G. L. J., Coppock, R., Sleight, V., Calafat, A., ... Thompson, R. C. (2014). The deep sea is a major sink for microplastic debris. *Royal Society Open Science*, 1, 140317.

Schlusswort STOPPP

Report als Grundlage für Forderungen und Massnahmen

In der Schweizer Politik herrscht die Meinung vor, dass Plastikverschmutzung ein Problem der Entwicklungsländer sei und dass hierzulande dieses Problem vernachlässigbar sei. Aus Schweizer Gewässern werden jedes Jahr über private Initiativen und kommunale Reinigungsaktionen mehrere Tonnen Abfall gefischt. Nun beweist auch der Swiss Litter Report, dass die Schweiz als zweitgrösste Abfallproduzentin Europas, das Plastikproblem ebenfalls nicht im Griff hat. Besonders kleinere Plastikabfälle wie Zigarettenstummel, Süßigkeiten-Verpackungen, Plastikfolien, Plastiksäckli, Flaschendeckel, Plastik von Zigarettenverpackungen, Wattestäbchen, Lolli-Sticks oder Styropor-Stücke verschmutzen in beträchtlichen Mengen unsere Gewässer. Über Flüsse erreicht unser Abfall auch andere Länder und schliesslich das Meer, wo das Ausmass des Problems immer grösser wird.

Bürger und Umweltverbände können aufgrund der Gesamtaussage des Swiss Litter Reports klar politische Forderungen stellen. Die Methodik des Reports lässt auch einen Vergleich der Schweizer Situation mit anderen EU-Ländern zu. So kann beispielsweise die von der EU vorgeschlagene Strategie zur Vermeidung von Plastikverschmutzung «A European Strategy for Plastics in a Circular Economy¹⁰» empfohlen werden und ein Verbot von Plastik-Einwegartikeln im Food- und Hygiene-Bereich gefordert werden. Ebenso kann eine Anpassung der Gewässerschutzverordnung gefordert werden, die künftig Plastik als Problemstoff für Gewässer einbezieht.

Report als Grundlage für das Design von Folgekampagnen

Aufgrund der Datenlage des Swiss Litter Reports plant STOPPP in Zusammenarbeit mit Interessenspartnern eine nationale Kampagne gegen Einwegplastik und Littering anzustossen. Dabei setzt der Verein nicht nur auf Sensibilisierung, sondern auf Live-Aktionen mit Bürgern, Schülern und Gemeindeangestellten, damit sie lernen Plastikverschmutzung effektiv zu bekämpfen. Der Verein plant schweizweit regelmässige öffentliche Cleanups zu veranstalten, die über Wettbewerbe und Belohnungsstrategien gefördert werden. Ebenso werden zero-waste Strategien und Lösungen gefördert und einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Ein Aktionsplan ist in Ausarbeitung, der ein Verbot von Einwegplastik politisch, gesellschaftlich und wirtschaftlich durchsetzen kann.

Unterstützung von kooperativen Wirtschaftspartnern

STOPPP setzt sich weiterhin regelmässig mit Wirtschaftsvertretern, Produzenten und Verteilern an einen Tisch, um Massnahmen gegen die Überverpackung von Produkten zu diskutieren und um Mehrwegsysteme zu bewerben, **damit auch die Schweiz den Anforderungen einer zukünftigen Kreislaufwirtschaft gerecht werden kann.**

¹⁰ <http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/plastics-strategy-brochure.pdf>

Anhang

Tabellen

Tabelle 10: Die 89 Swiss Litter Report Abfallkategorien nach Material und Häufigkeiten

Code	Abfallkategorie	Abfallquelle	Häufigkeit
PLASTIK			
G27	Zigarettenstummel und Filter	Rauchen	30'093
G79	Plastik Stücke 2.5 > < 50 cm	Fragmente	5'752
G30	Chips/Süßigkeiten-Verpackungen	Essen	4'036
G67	Plastikfolien und industrielle Verpackungen	Weitere	3'319
G82	Styropor Stücke 2.5 > < 50 cm	Fragmente	2'829
G4	Kleine Plasticsäckli, bspw. Gemüsesäckli	Haushalt	1'164
G124	Andere Plastik/Styropor Gegenstände (identifizierbar)	Weitere	939
G25	Plastik von Zigaretten Verpackung/Tabakbeutel	Rauchen	814
G95	Wattestäbchen	Hygieneartikel	729
G21	Plastikdeckel Trinkflaschen	Trinken	723
G31	Lolli-Sticks	Essen	626
G96	Damenbinden/Slipeninlagen	Hygieneartikel	580
G3	Plasticsäcke (inkl. Stücke)	Haushalt	576
G32	Spielzeuge und Partyartikel	Erholung	542
G23	Plastikdeckel unidentifiziert	Weitere	471
G50	Schnüre und Fäden (weniger als 1 cm Durchmesser)	Haushalt	461
G33	Becher und Becherdeckel	Trinken	453
G7	Trinkflaschen <= 0.5l	Trinken	444
G80	Plastik Stücke > 50 cm	Fragmente	385
G35	Trinkhalme	Trinken	305
G24	Plastikringe von Plastikdeckeln	Weitere	293
G10	Essbehälter, inkl. Fast Food Behälter	Essen	267
G66	Plastikbänder	Bau und Industrie	260
G101	Robidog/Hundekotbeutel	Haushalt	249
G34	Essbesteck	Essen	243
G89	Plastik Bauabfälle	Bau und Industrie	213
G8	Trinkflaschen > 0.5l	Trinken	177
G100	Medizinische/Pharmazeutische Behälter/Tuben	Medizin	166
G26	Feuerzeuge	Rauchen	155
G87	Isolierband	Bau und Industrie	151
G93	Kabelbinden	Bau und Industrie	114
G13	Andere Flaschen und Behälter	Haushalt	112
G22	Plastikdeckel Chemikalien, Reinigungsmittel (non-food)	Haushalt	112
G83	Styropor Stücke > 50 cm	Fragmente	92
G70	Patronenhülsen	Erholung	80
G28	Stifte und Stiftdeckel	Haushalt	68
G59	Angelschnur	Fischen	65

G91	Filter von Kläranlagen	Weitere	64
G71	Schuhe/Sandaletten	Persönl. Gegenstände	63
G90	Plastik Pflanzentöpfe	Haushalt	56
G49	Seile (mehr als 1 cm Durchmesser)	Bau und Industrie	38
G52	Netze und Stücke von Netzen	Fischen	34
G37	Gemüse-, Fruchtnetze	Essen	25
G65	Kessel	Weitere	18
G99	Spritzen/Nadeln	Medizin	9
GUMMI			
G125	Luftballons	Erholung	445
G134	Andere Gummi Stücke	Weitere	222
G131	Gummiringe (klein, für Haushalt)	Haushalt	170
G126	Bälle	Erholung	50
G133	Kondome (inkl. Verpackung)	Hygieneartikel	33
G128	Pneus	Weitere	21
KLEIDER / TEXTILien			
G145	Andere Textilien	Weitere	854
G137	Bekleidung (Kleider, Hüte, Tücher)	Persönl Gegenstände	191
G142	Seil, Schnur und Netze	Haushalt	182
G144	Tampons	Hygieneartikel	102
G138	Schuhe/Sandaletten (Leder, Stoff)	Persönl Gegenstände	55
PAPIER / KARTON			
G156	Papier Stücke/Papierfetzen	Fragmente	3'508
G158	Andere Papier Gegenstände	Weitere	1'193
G155	Feuerwerk Material	Erholung	619
G152	Zigaretten Verpackung	Rauchen	288
G151	Karton/Tetrapack	Trinken	253
G154	Zeitungen und Zeitschriften	Haushalt	153
G153	Ess- und Trinkbehälter	Essen	148
G147	Papiertragetaschen	Haushalt	47
HOLZ (verarbeitet)			
G171	Andere Holz Stücke < 50 cm	Weitere	793
G159	Korken	Trinken	305
G165	Glace Stengel, Pommes Gabeln, Essstäbchen, Zahnsto.	Essen	204
G167	Zündhölzer und Feuerwerk Material	Erholung	186
G172	Andere Holz Stücke > 50 cm	Weitere	119
G160	Paletten	Bau und Industrie	13
METALL			
G178	Flaschendeckel, Aufreisslasche (von Getränkedose)	Trinken	3'166
G198	Andere Metal Stücke < 50 cm	Weitere	2'347
G177	Alufolie	Essen	1'282
G175	Dosen (Getränke)	Trinken	1'069
G191	Draht, Drahtgeflecht, Stacheldraht	Bau und Industrie	526
G199	Andere Metal Stücke > 50 cm	Weitere	337
G194	Kabel	Weitere	96
G179	Einweggrill	Erholung	62
G182	Fischerei (Gewichte, Blei, Köder, Haken)	Fischen	58

G176	Dosen (Essen)	Essen	50
G195	Batterien	Haushalt	30
G188	Andere Dosen (< 4L)	Weitere	12
GLAS / KERAMIK			
G208	Glas und Keramik Fragmente > 2.5 cm	Fragmente	15'332
G204	Baumaterial (Backstein, Zement, Röhren)	Bau und Industrie	1'950
G200	Flaschen inkl. Stücke	Trinken	611
G210	Andere Glas Gegenstände	Weitere	103
G203	Geschirr (Teller, Tassen)	Essen	55
WEITERES			
G211	Andere Medizin Artikel (Verbandmaterial, Pflaster etc.)	Medizin	212
CHEMIKALIEN			
G213	Paraffin/Wachs	Erholung	154

Tabelle 11: Standorte und Abfallzahlen

Standorte	Total Abfall	Anzahl Erhebungen	Durchschn. Abfalldichte (Abfall / m ²)	Standard- abweichung
Aare_Bern_C*	90	2		
Aare_bern_g*	1323	11	0.40	0.23
aare_bern_s*	191	9	0.22	0.56
Aare_Brugg_B*	295	11	0.18	0.18
Aare_Elfenau_c*	192	7	0.68	1.01
aare_kehrsatz_s*	60	12	0.03	0.02
aare_köniz_h*	745	12	0.78	0.94
aare_rupperswil_b*	91	12	0.04	0.04
aare_solothurn_n*	89	3	0.16	0.10
aare_suhrespitz_b*	982	12	0.35	0.25
aarezufluss_bern_s*	39	6	0.33	0.28
arve_carouge_b*	1296	8	0.67	0.37
Bielersee_Vinelz_F*	1138	12	1.43	0.67
Birs_Basel_G*	390	3		
Birs_basel_l*	431	8	0.29	0.15
Birs_Reinach_D*	550	9	0.49	0.46
bodensee_altenrhein_c*	281	1		
Bodensee_Arbon_M*	258	11	0.16	0.07
bodensee_horn_h*	201	1		
Bodensee_Steinach_D*	2068	12	0.82	0.25
bodensee_thal_s*	65	3	0.13	0.06
chriesbach_duebendorf_s*	561	12	0.05	0.03
emme_biberist_j*	229	12	0.20	0.14
emme_luterbach_h*	230	7	0.06	0.08
Emme_Utzenstorf_G*	41	9	0.10	0.06
glatt_oerlikon_c*	70	7	0.42	0.20
goldach_goldach_s*	17	3	0.03	0.02

greifensee_fällanden_m*	571	5	1.52	0.45
greifensee_fällanden_s*	220	1	0.41	#DIV/0!
greifensee_greifensee_s*	5618	9	1.27	0.87
greifensee_maur_s*	334	3	0.25	0.15
greifensee_uster_f*_2	432	12	0.69	0.48
greifensee_uster_f*_1	606	12	1.19	1.17
Grendelbach_Effretikon_D*	75	4		
Inn_Pradella_K*	90	12	0.02	0.03
jona_tann_n*	296	12	0.06	0.04
katzenbach_zuerich_s*	129	12	0.02	0.01
katzensee_regensdorf_s*	1323	12	0.23	0.11
lacléman_gland_k*	574	11	0.60	0.55
Lacléman_Gland_L*S	776	9	0.32	0.35
LacLéman_La Tour-de-Peilz_H*	853	1		
lacléman_vidy_s*	2767	12	3.26	1.26
langente_langenthal_g*	301	12	0.29	0.12
limmat_dietikon_k*	769	9	0.40	0.59
Limmat_Unterengstringen_O*	268	12	0.21	0.10
Limmat_Zuerich_J*	224	12	0.05	0.05
limmat_zuerich_s*	686	12	0.57	0.53
Limmat_Zuerich_W*	186	9	0.25	0.15
limmat_zürich_m*	408	3		
Lorze_Baar_B*	310	12	0.11	0.05
löttschebach_b*	110	8	0.03	0.03
Murg_Waengi_S*	39	11	0.16	0.22
Neuenburgersee_C*	193	8	0.60	0.09
Ognonnaz_Vevey	135	1		
Pfaffner_Rothrist_I*	96	9	0.19	0.18
Reuss_Hermetschwil	1	1	0.20	#DIV/0!
reuss_hünenberg_e*	290	12	0.16	0.11
reuss_ottenbach_s*	221	12	0.19	0.16
Reuss_St.Karli_L*	214	4	1.35	0.89
Rhein_Basel	924	5	2.38	1.11
Rhein_Basel_Birsköpfli Rusco	2737	11	0.08	0.08
Rhein_Basel_B*	1551	12	0.68	0.46
Rhein_Basel_B*	3318	12	2.87	1.31
Rhein_Basel_H*	49	12	0.14	0.10
Rhein_Basel_Tinguely Museum_B*	15888	12	1.49	1.15
rhein_domatems_f*	191	7	0.27	0.10
rhein_eglisau_g*	91	10	0.92	0.75
Rhein_Hemishofen_S*	524	12	0.17	0.35
rhein_laag_j*_aggregiert	77	8 (17)	0.06	0.04
schiffenensee_duedingen_h*	18	2		
sempachersee_sempach_t*	7827	11	84.01	109.66
Sense_Törishaus_g*	742	9	0.23	0.06
Sihl_Adliswil_O*	932	12	0.78	0.28
Sihl_Horgen_B*	250	12	0.20	0.20

sihl_leimbach_k*	242	10	0.20	0.06
Sihl_Menzingen_K*	51	11	0.09	0.09
sihl_zuerich_e*	488	10	1.63	0.66
Sihl_zuerich_e*	132	7	0.24	0.30
Sihl_Zuerich_S*	271	12	0.14	0.08
sihl_zürich_h*	53	8	0.34	0.43
sihlsee_einsiedeln_s*	343	12	0.11	0.06
sitter_gaiserwald_b*	1582	11	0.48	0.16
Sitter_St.Gallen_J*	674	10	0.41	0.24
sitter_stgallen_s*	269	11	0.11	0.09
sorne_birse_W*	158	3		
thunersee_spiez_m*	308	12	0.24	0.23
Thur_Schoenenberg_S*_aggregiert	2288	12 (60)	0.31	0.38
thur_schwarzenbach_m*	434	10	0.18	0.12
Töss_Bauma_K*	154	6	0.86	0.86
töss_kollbrunn_b*	237	6	0.22	0.17
Töss_Winterthur_2	168	5	0.34	0.27
unterdsee_ermatingen_b*	367	8	0.34	0.16
Untersee_Beringen	256	1		
Untersee_Mammern	756	8	0.02	0.02
untersee_steckborn_s*	44	2		
urnaesch_urnaesch_m*	207	10	0.13	0.08
vierwaldstättersee_weggis_s*_1	43	11	0.72	1.24
vierwaldstättersee_weggis_s*_2	601	11	0.80	0.70
vierwaldstättersee_weggis_s*_3	427	11	0.64	0.56
vorderrhein_disentis_s*	99	11	0.05	0.07
Walensee_Walenstadt_W*	3245	11	1.02	1.10
zuerichsee_maennedorf_v*	492	12	2.93	2.44
zuerichsee_richterswil_b*_2	813	11	2.58	1.66
zuerichsee_staefa_h*	730	8	3.91	1.55
zuerichsee_waedenswil_c*_1	273	10	1.20	0.58
zuerichsee_zurich_k*	4495	12	1.77	1.42
zugersee_Immensee_G*	1271	10	2.53	1.04
ZugerseeCholler_Cham_B*	705	12	0.31	0.16
zulg_steffisburg_s*	114	12	0.04	0.04
Zürichsee_Küssnachterhorn_T*	572	10	2.17	1.18
zürichsee_wollishofen_I*	2457	12	0.56	0.46
Zürichsee-Feldeggstr-B*	3995	10	4.00	1.93

Hochrechnungen Anzahl und Gewicht

Annahme: Swiss Litter Report Standorte sind repräsentativ für die schweizerischen Gewässerufer.

Tabelle 12: Hochrechnung Seen

	Länge (km)	Total Plastik	Total Abfall
SLR: Total erhobene Standortlänge See	15,43	28'976	40'307
SLR: Standortlänge See	2,06	3'861	5'371
Uferweg der 100 grössten Seen der Schweiz (Vector25) ¹¹	2'258	4'240'573	5'898'840

Tabelle 13: Hochrechnung Flüsse

	Länge (km)	Total Plastik	Total Abfall
SLR: Total erhobene Standortlänge Fluss	35,11	29'107	47'455
SLR: Standortlänge Fluss	3,26	2'699	4'400
Länge Fließgewässer > 30km (Vector25) ¹²	3'791	3'143'274	5'124'680

Eine Hochrechnung auf die Uferlänge der 100 grössten Schweizer Seen ergibt über 4 Millionen Plastikabfälle und fast 6 Millionen Abfallgegenstände total. Für Flüsse > 30 km ergeben sich über 3 Millionen Plastikabfälle und 5 Millionen Abfälle total. Diese Zahlen gelten pro Monat.

Tabelle 14: Wägungen aller Abfallgegenstände am Walensee in Walenstadt

Standort Walensee	Total Stücke	Gewicht (kg)	Gewicht (kg) / Abfallgegenstand
Plastik	2874	9.1	0.003
Glas/Keramik	21	2.48	0.118
Metall	30	0.452	0.015
Papier/Karton	64	0.493	0.008
Holz (verarbeitet)	90	28.5	0.317
Kleider/Textilien	42	0.244	0.006
Gummi	34	0.11	0.003
Weiteres	8	0.115	0.014
Chemikalien	82	0.004	0.000

¹¹ Bundesamt für Umwelt (BAFU):

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/zustand/karten/gewaessernetz-der-schweiz.html>
(Zugriff: 24.05.2018)

¹² Siehe oben

Nimmt man 0.003 kg pro Plastik Abfallstück an, hätten wir an den Ufern der 100 grössten Seen der Schweiz etwa **13'000 kg Plastik pro Monat** und an den Flüssen > 30 km insgesamt rund **10'000 kg Plastik pro Monat**. Diese Hochrechnungen beruhen auf grobe Annahmen und sind nicht als genaue Zahlen zu verstehen. Einerseits sind die SLR Standorte sehr wahrscheinlich keine durchschnittlichen Gewässerufer und andererseits sind die Wägungen am Walensee nicht stellvertretend für die ganze Schweiz.